



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

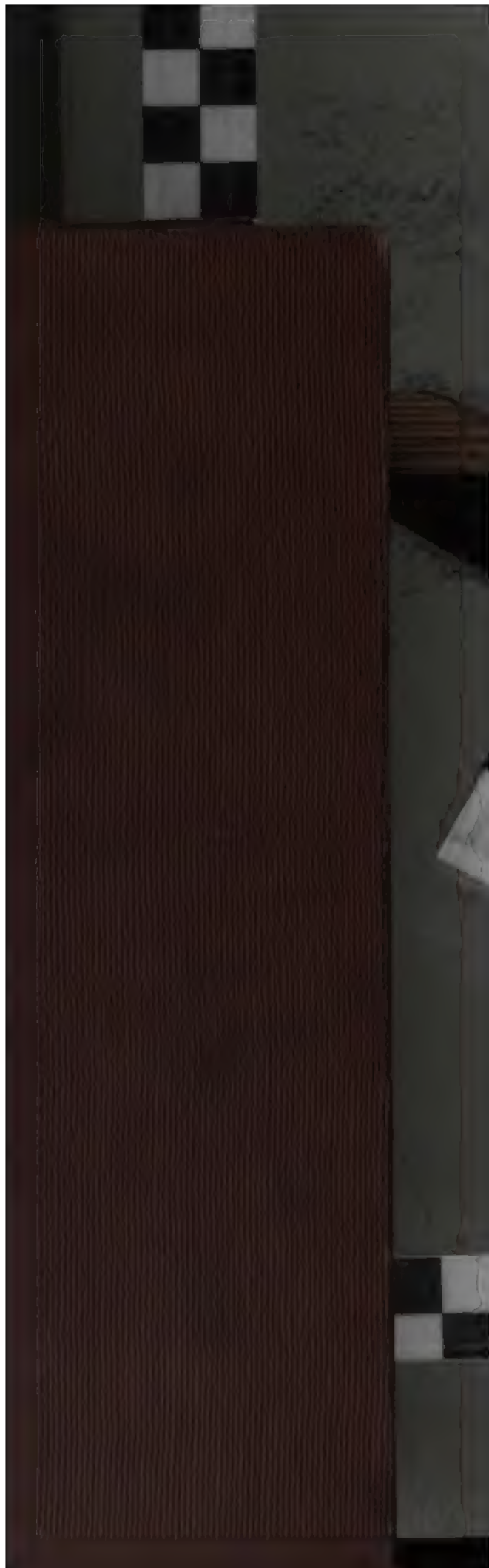
Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>









NOUVEAU SYSTÈME

DE

LE ORGANIQUE.













NOUVEAU SYSTÈME

DE

**CHIMIE ORGANIQUE.**

(Gaspail)

3-POB

100

100

100

100



*Manuscrit original*

NOUVEAU SYSTÈME

DE

# **CHIMIE ORGANIQUE**

FONDÉ

**SUR DE NOUVELLES MÉTHODES D'OBSERVATION,**

ET PRINCIPÉ

**D'UN TRAITÉ COMPLET DE L'ART D'OBSERVER ET DE MANIPULER ,**

**EN GRAND ET EN PETIT ,**

**DANS LE LABORATOIRE ET SUR LE PORTE-OBJET DU MICROSCOPE ;**

PAR

**F.-V. RASPAIL.**

**TROISIÈME ÉDITION ENTièrement REFONDUE ,**

ACCOMPAGNÉE

**D'UN ATLAS IN-4° DE VINGT PLANCHES DE FIGURES DESINÉES D'APRÈS NATURE ,  
ET GRAVÉES AVEC LE PLUS GRAND SOIN.**

**TOME PREMIER.**

Il n'y a de petit dans la nature que les petits esprits.  
*Mémoire sur l'Alcyonelle, 1827.*



**BRUXELLES,**

**SOCIÉTÉ ENCYCLOGRAPHIQUE DES SCIENCES MÉDICALES ,**

**RUE DE FLANDRE , 155.**

**1840.**

*C. - 1*



## **A LA MÉMOIRE**

**D'UN HOMME DE BIEN , MON PAUVRE MAITRE ,**

**L'ABBÉ EYSSÉRIC.**

A toi, qui sus allier le prêtre de l'Évangile avec l'homme de la science et de la civilisation ! A toi, qui, à Paris, aurais mérité de n'être d'aucune académie, et qui, dans mon village, ne voulus jamais t'élever au-dessus de la dignité d'instituteur des pauvres ! A toi, philologue d'une immense érudition, qui te dévouas, toute ta vie, à faire épeler des lettres ! A toi, prêtre, qui n'as jamais voulu vivre que du travail de tes mains !

A toi l'hommage de ce livre !

Puisse cette consécration pieuse que je t'adressai, pour la première fois, du fond de la prison dont je m'étais fait une solitude, et que je te renouvelle du fond de la solitude dont je me suis fait une prison ; puisse cette consécration pieuse rendre mon livre aussi utile à la science, que l'ont toujours été tes exemples et tes leçons à la cause de l'humanité !

Adieu.

**F.-V. RASPAIL.**

Paris, 10 mai 1838.



---

# AVERTISSEMENT

DE LA PREMIÈRE EDITION (1833).

---

Le moment ne pouvait pas être plus favorable pour la publication de cet ouvrage. Les expériences d'où découlent les principes sur lesquels il repose sont enfin proclamées exactes par des hommes célèbres dans la science, après avoir été, pendant sept ans, repoussées avec acharnement par des médiocrités en crédit, dédaignées par des célébrités dupes de hautes influences, ou admises sous le manteau du plagiat. Cette victoire, après une aussi longue lutte, resterait stérile pour la science, si nous ne profitions pas de l'armistice, pour coordonner nos conquêtes et en former un seul tout.

En effet, dans un ordre social où le mérite ne s'estime pas, mais se mesure; où l'importance d'une opinion est en raison directe des émoluments de celui qui la professe, comment un observateur pauvre et proscrit pourrait-il attendre, d'une bienveillance étrangère, assez de patience pour aller fouiller les rapports intimes de ses publications éparses dans un si grand nombre de feuilles périodiques? Et pourtant toutes nos observations se tiennent par les liens les plus étroits; il existe entre elles une filiation ou une analogie telle que l'une s'explique presque toujours par l'autre, et semble n'en être souvent que le plus simple corollaire.

(1) Il n'y a peut-être pas d'auteurs plus portés à combiner des radicaux grecs et latins, à l'aide du dictionnaire, que ceux qui n'ont jamais eu la

Aussi le système que je publie n'a pas demandé de longues méditations; il a jailli, comme d'un seul jet, de l'ensemble de phénomènes que j'avais si scrupuleusement observés; et l'on n'aura pas, je pense, de la peine à m'en croire sur parole, quand on se sera assuré par soi-même de la simplicité de son expression.

Les amateurs des néologismes tirés du grec et du latin trouveront peut-être que ma nomenclature est prosaïque et banale. Mais j'ai été toujours convaincu que le luxe des créations nominales n'avait d'autre but que de donner le change sur le vide de la pensée, et que le moins grave inconvénient de cette mode moderne est sans doute d'introduire, dans la nomenclature scientifique, quelques barbarismes de plus (1). Enfin j'ai toujours eu le malheur de trouver, dans notre langue, des mots qui se prêtaient parfaitement bien à mes définitions.

Comme le *Système de Chimie organique* que je publie est compacte et d'une grande unité, qu'il n'est, pour ainsi dire, que l'application méthodique d'un certain nombre de principes déduits d'expériences rigoureuses, pour éviter les répétitions j'ai dû employer fréquemment la ressource des renvois; ils sont exprimés par le chiffre de l'alinéa entre

moindre notion de l'une et de l'autre langue; ce qui est fort commun en France.



deux parenthèses. Ces renvois indiquent , ou l'explication du mot que suit la parenthèse, ou l'analogie du phénomène, ou la preuve de l'assertion , ou enfin la place typographique de la citation.

Jusqu'à présent , j'ose le dire , nous n'avons eu en *chimie organique* que des catalogues , ou , si l'on veut , des classifications arbitraires ; je publie un *système* entièrement neuf , quoique fondé rigoureusement sur des expériences dont le plus grand nombre ont déjà paru dans des recueils divers. Du reste , la plupart d'entre elles sont connues d'un si petit nombre d'adeptes , elles ont été si peu indiquées même par ceux qui y puisaient à pleines mains , qu'elles auront encore aujourd'hui la fraîcheur de leur première publication et même le mérite de la nouveauté.

Tous les problèmes de la science des corps organisés ne s'y trouvent pas résolus ; mais alors j'ai tâché de fournir toutes les données qui m'ont semblé devoir conduire à la solution. J'ai exposé succinctement les caractères essentiels ; j'ai donné la clef des caractères accessoires ou empruntés ; j'ai dévoilé les mélanges si souvent adoptés pour des principes immédiats. J'ai cherché , dans toutes les questions , à éclairer la chimie par l'anatomie et par la physiologie ; car j'ai toujours considéré comme le comble du ridicule , de n'étudier la nature , qui est l'ensemble harmonieux de toutes les lois , qu'en ne consultant que l'une d'elles. Enfin , douze planches coloriées , calquées par moi au microscope , servent à peindre aux yeux les phénomènes essentiels que je décris. Ma méthode d'exposition se réduit à définir , exposer et réfuter.

Quoique j'aie mis le plus grand soin à rendre mes idées avec simplicité et une rigoureuse exactitude , je me vois pourtant forcé de demander grâce pour mon style , dans le cas où quelque négligence m'aurait échappé ; je prie mes lecteurs de ne pas perdre de vue que pendant longtemps mon grabat m'a servi de table , et que mon cabinet d'études

est un cabanon qui n'offre pas même les avantages du cachot , je veux dire la solitude et le silence.

On serait peut-être en droit , si l'on venait à remarquer des lacunes dans mon travail , de me demander compte des trois dernières années de mon existence , années d'inaction , mais non de paresse. Mais on me permettra à mon tour de demander compte à la société actuelle de ses torts envers l'observateur pauvre et indépendant ; elle qui achète les complaisances envers le pouvoir par 30,000 fr. de sinécures , et paye l'indépendance des opinions par les cachots ; elle qui fournit à un seul homme quatre laboratoires où il n'entre jamais , une chaire où il s'endort ; elle qui se hâte de proclamer , comme des génies , des ambitieux qui ont fait servir à la tromper l'or qu'elle propageait à leurs intrigues ; qui transforme les fauteuils académiques en tout autant de berceaux de famille , et qui ferme ensuite toutes les portes à l'homme d'honneur , s'il ne veut rien obtenir que des suffrages libres de ses concitoyens ; où pense-t-elle enfin que nous trouvions les substances et les instruments nécessaires pour nous livrer à la continuation de nos travaux ?

Oh ! certes oui , si au lieu de disputer mon existence et celle des miens à la persécution et à la nécessité , j'avais eu le bonheur d'étudier au sein d'un peuple libre , je sens quelque chose en moi qui me crie que j'aurais poussé bien loin les limites de la science créée à la sueur de mon front.

Mais l'avenir me console , et le passé doit m'absoudre du présent. J'expose le *compendium* chronologique de ce passé dans la liste suivante de travaux volumineux , qui , malgré le caractère en apparence hétérogène de leurs titres , ne s'en tiennent pas moins tous , pour ainsi dire , par la main. Cette liste aura le double but de faire voir par quelle filière de raisonnements et d'observations je suis arrivé au présent *Système de Chimie organique* , et de couper court à toutes les questions d'antériorité.

1. Sur la formation de l'embryon dans les

nées (*Annales des Sciences natu-*  
*res*, mars 1825, tom. 4).

Essai d'une classification générale des  
 végétaux, fondée sur l'étude physiologique de  
 la famille (*ibid.*, avril et juillet 1825, t. 5.)

Développement de la fécule dans les  
 végétaux et de la fructification des céréales, et  
 de la microscopie de la fécule, suivies  
 d'expériences propres à en expliquer la con-  
 version en gomme; première partie (*ibid.*,  
 mars 1825); — deuxième partie (*ibid.*, no-  
 vembre 1825).

Additions au Mémoire sur l'analyse  
 microscopique de la fécule (*ibid.*, mars 1826,  
 t. 6).

Réponse à quelques objections relatives  
 au Mémoire sur la formation de l'embryon  
 végétal, mai 1826).

Tableau comparatif des caractères phy-  
 siologiques des diverses fécules (*Bulletin univer-*  
*sitaire des sciences et de l'industrie*, première  
 section, novembre 1826).

Sur le sulfate d'amidon et sur l'inulure  
 végétale (*ibid.*, décembre 1826).

Mémoire sur l'anatomie comparée des  
 végétaux (*ibid.*, deuxième section, mars et  
 avril 1827).

Recherches chimiques et physiologiques  
 destinées à expliquer non-seulement la struc-  
 ture et le développement de la feuille, du  
 fruit, ainsi que des organes qui n'en sont  
 que la transformation, mais encore la struc-  
 ture et le développement des tissus animaux  
 dans le *Bulletin universel des sciences*  
*et de l'industrie*, deuxième section,  
 1827, n° 176, inséré en entier dans le  
*Mémoires de la Société d'histoire*  
*naturelle de Paris*, 1827).

Tableau comparatif des caractères phy-  
 siologiques des diverses fécules (*Bulletin univer-*  
*sitaire des sciences et de l'industrie*, première  
 section, septembre 1827).

Note sur une fécule singulière, extraite  
 des racines souterraines du *Typha angustifo-*  
*lia*, octobre 1827).

Expériences chimiques et physiques sur  
 la fécule (*ibid.*, septembre 1827).

13. Note sur le développement du *Byssus*  
*botryoïdes* (*ibid.*, septembre 1827).

14. Mémoire concernant l'ouverture que  
 Grew a décrite le premier sur le test des  
 graines, suivi d'une notice sur le genre *Pon-*  
*tederia* (*Mémoires du muséum d'histoire*  
*naturelle*, tom. 14).

15. Notice sur la détermination spécifique  
 des céréales trouvées par M. Passalacqua  
 dans un tombeau égyptien, et sur le mode  
 de préparation qu'on leur a fait subir (*ibid.*,  
 tom. 15).

16. Sur l'hordéine et le gluten, et sur la  
 difficulté d'isoler, par les procédés en grand,  
 les différents principes dont se compose une  
 farine (*ibid.*, tom. 16).

17. Recherches physiologiques sur les  
 graisses et le tissu adipeux (*Répertoire gé-*  
*néral d'anatomie*, tom. 3, 1827).

18. Anatomie microscopique des nerfs,  
 pour démontrer leur structure intime et  
 l'absence des canaux contenant un fluide et  
 pouvant, après la mort, être facilement injec-  
 tés (*ibid.*, tom. 4, 1827).

19. Premier Mémoire sur la structure in-  
 time des tissus de nature animale (*ibid.*,  
 tom. 4, 1827).

20. Second Mémoire de physiologie et de  
 chimie microscopique, sur la structure in-  
 time des tissus de nature animale (*ibid.*,  
 tom. 5, 1828).

21. Anatomie microscopique des flocons  
 du chorion de l'œuf humain (*ibid.*, tome 5,  
 1828).

22. Expériences de chimie microscopique,  
 ayant pour but de démontrer l'analogie qui  
 existe entre la disposition qu'affecte la silice  
 dans les spongilles et dans certaines éponges,  
 et celle qu'affecte l'oxalate de chaux dans les  
 végétaux; accompagnées de l'anatomie micro-  
 scopique des spongilles (*Mémoires de la So-*  
*ciété d'histoire naturelle de Paris*, tom. 4,  
 1828).

23. Nouvelles observations sur les cristaux  
 calcaires qu'on trouve dans les tissus des vé-  
 gétaux vivants (*ibid.*).

24. Histoire naturelle de l'alcyonelle flu-

viatile et de tous les genres voisins, considérés, soit sous le rapport de leur organisation et de leur identité spécifique, soit sous le rapport physiologique de leurs tentacules avec les branchies des mollusques et des animalcules ou infusoires ou spermatiques (*ibid.*).

25. Notes additionnelles aux trois Mémoires précédents (*ibid.*).

26. Observations et expériences propres à démontrer que les granules, qui sortent pendant l'explosion du grain de pollen, bien loin d'être les analogues des animalcules spermatiques, comme Gleichen l'avait pensé le premier, ne sont pas même des corps organisés (*ibid.*).

27. Note sur le développement par stolons du *Conoplea cylindrica* (*ibid.*).

28. Sur les moyens, soit chimiques, soit microscopiques, qu'on a tout récemment proposés, pour reconnaître les taches de sang en médecine légale (*Journal général de médecine*, février 1828).

29. Polémique à ce sujet (*ibid.*).

30. Observations critiques sur le Mémoire de MM. Orfila et Lesueur, intitulé : « *Recherches médico-légales*, pouvant servir à déterminer, même longtemps après la mort, s'il y a eu empoisonnement, et à faire connaître la nature de la substance vénéneuse (*ibid.*, juillet 1828).

31. Partie botanique de la deuxième section du *Bulletin universel des sciences et de l'industrie*, depuis 1825 jusqu'en 1829.

32. Annales des sciences d'observation,

(1) Ce Cours élémentaire, tiré à cinq mille exemplaires, est arrivé à sa deuxième édition, en dépit de tout le mauvais vouloir ministériel. Le premier traité parut en 1831 avec cette inscription : *A l'usage des écoles primaires*; il faisait partie d'une série de traités publiés par L. Hachette, pour l'instruction des élèves et des maîtres du premier degré. Plusieurs sociétés d'agriculture, et spécialement celle de Versailles, votèrent des fonds pour en distribuer de cent à cent cinquante exemplaires aux cultivateurs de leur département. Le préfet de Versailles ne s'opposa point à l'exécution de ce vote. Le dernier traité était terminé par les notions de comptabilité à l'usage des agri-

quatre volumes, 1829 et 1830, rédigé concert avec Saigey.

Il me paraît inutile de détailler ici des mémoires originaux que j'ai publiés dans les *Annales des sciences d'observation*; le lecteur les y retrouvera facilement à la suite des tables de matières de cet ouvrage.

33. Essai de chimie microscopique, chez Meilhac, 1830, extrait en majeure partie des *Annales des sciences d'observation*.

34. Nouveaux coups de fouet scientifique, in-8°, chez Meilhac, 1830, renfermant des discussions, l'une sur la polémique de Geoffroy Saint-Hilaire, et l'autre sur un rapport académique relatif aux calcaires du *Cactus*.

35. Analyse de petits corps blancs nus dans un kyste qui se forme au niveau de l'articulation du poignet, sur la face palmaire (*Le Lycée, journal des sciences et des sociétés savantes*, jeudi 20 octobre 1831).

36. Histoire naturelle des ammonites, de la description des ammonites des Alpes et des Cévennes (*ibid.*, 10, 13, 14, 24, 27 novembre, 1<sup>er</sup>, 11 décembre 1831). Le *Lycée* a cessé de paraître avant la complète publication de ce travail; ce journal offrait au conseil royal de l'instruction publique.

37. Essai d'analyse microscopique du pain des prisons de Paris, par un homme qui en a mangé (*ibid.*, 4 décembre 1831).

38. Cours élémentaire d'agriculture et d'économie rurale, 5 petits vol. in-18. Ch. B. Hachette, 1831-1832 (1).

culteurs, et par un traité d'économie publique rédigé en forme d'aphorismes, que les journaux des diverses opinions insérèrent en entier dans leurs feuilles. Les principes développés dans le cours de l'ouvrage, sur la puissance et l'utilité des associations agricoles, prirent leur racine dans le cœur des amis de l'agriculture, sur la fin de la session de 1832, le comte de Bugeaud se rendit l'interprète de cette disposition des esprits, en formulant une loi qui fut présentée au roi, pour la formation d'associations cantonales, qui prendra le nom de *comices agricoles*. Ce mot, emprunté à l'une des institutions de la république romaine,

*Les parus postérieurement à la première édition.*

*Le Réformateur*, journal quotidien de tous les intérêts matériels et moraux, politiques, littéraires et scientifiques, grand format. 384 numéros, du 8 octobre 1834 au 27 octobre 1835.

Mémoire comparatif sur l'histoire naturelle de l'insecte de la gale, 1834. In-8°, B. Baillière.

Nouveau système de physiologie et de botanique, accompagné d'un atlas de 60 planches; 2 vol. in-8°, chez B. Baillière, 1837, paru en décembre 1836.

NOTATION. Presque tous les mémoires insérés dans cette liste, et qui ont été publiés dans les divers recueils de la capitale,

ont été cités dans l'avertissement de notre ouvrage, sembla moins contraire à la sympathie monarchique, que celui d'association que nous avons employé dans tout le cours de l'ouvrage, comme n'appartenant au langage d'aucune nuance politique; *multa renascuntur jam cecidère*. Le 15 décembre 1833 le ministre des travaux publics adressa une circulaire aux préfets, pour les engager à encourager l'association des comices agricoles. Les encouragements du pouvoir ne sont jamais que des servitudes; les comices agricoles sont devenus des rouages de l'administration; l'agriculture n'a pas retiré d'autre avantage; mais le principe est posé, l'application plus tard assurément plus heureuse: attendons. Le ministre s'effraya de voir circuler dans les écoles primaires un ouvrage élémentaire revêtu

avaient été tirés à part, à un petit nombre d'exemplaires, pour être distribués gratis, par nous, aux personnes compétentes, à l'époque où l'Institut de France avait mission officielle d'étouffer, dans le plus profond silence, les résultats obtenus par un auteur proscrit. Or, dans un moment où tous les genres de mérite semblent ne plus s'estimer qu'*ad valorem*, il ne sera peut-être pas sans intérêt de révéler le prix que la faveur publique a attaché depuis à ces tirages à part. L'*Essai d'une classification générale des graminées* (n° 2 de la présente liste) et le seul *Mémoire sur l'alcyonelle* (n° 24) qui ne dépasse pas 90 pages, s'élèvent fréquemment, dans les ventes publiques de livres, à des prix que sont loin d'atteindre les ouvrages en deux ou trois volumes in-8°.

de notre nom; il se fit adresser, par les conseils généraux, des demandes pour l'adoption d'un *Cours élémentaire d'agriculture* à l'usage des écoles primaires. En 1837, la chose parut beaucoup plus urgente; nous venions de publier la deuxième édition entièrement refondue du premier traité: le ministre du commerce, Martin (du Nord), consacra une somme de 6,000 fr. à donner en prix aux six *Cours élémentaires d'agriculture* que la Société d'agriculture de Paris aurait jugés dignes de cet encouragement. Ainsi l'opinion publique a eu gain de cause, elle a forcé le pouvoir à s'occuper de l'enseignement élémentaire du grand art qui nous fait vivre: et nous applaudissons de grand cœur à ce triomphe, nous qui l'avons préparé; car nous sommes de l'école de ceux qui professent cet adage: *Périsset notre nom, plutôt qu'un principe utile aux hommes!*

fet d'une insulte personnelle ; je ne répondis pas, et me réfugiai plus profondément encore dans ma solitude.

Le 5 juillet 1833, il m'arriva directement une autre lettre, qui portait un tout autre cachet, et s'offrait à moi avec les caractères d'une tout autre bienveillance. Je la transcris textuellement :

INSTITUT DE FRANCE. — ACADÉMIE ROYALE  
DES SCIENCES.

Paris, 5 juillet 1833.

MONSIEUR,

Vos recherches microscopiques ont fait connaître la nature intime de certains points moléculaires ; elles ont mis à la portée de la Société de nouveaux matériaux, et ont ainsi créé à son profit des trésors d'une fécondité toute-puissante.

Elles ont sur moi, comme membre de la Société, une influence de gratitude et de haute estime pour leur auteur. Que je fusse resté entièrement isolé, je nourrissais pour vous, au fond de l'âme, un respect profond, comme j'en conçois pour tous les bienfaiteurs de l'humanité.

Mais la fortune a disposé de moi autrement, en me plaçant momentanément, comme président, à la tête de l'Académie des sciences ; or, je ne me trouve jamais dans une position nouvelle que je n'en étudie les circonstances, surtout celles qui me créent des devoirs.

Ma position est de donner de l'encouragement à tous les efforts heureux qui se font en faveur des sciences ; d'être, comme président, la pensée active et providentielle de tous les membres de la corporation.

Or, qui a plus de droits, monsieur, aux encouragements des savants que vous, monsieur, qui venez d'ouvrir une nouvelle voie de recherches, en trouvant des faits aussi pleins d'avenir, en créant des idées si nouvelles et si heureusement inspiratrices d'idées subséquentes !

En partant pour le midi de la France, avec

une commission scientifique, je dis dans ce cercle que j'eusse proposé un prix de mille francs pour l'invention du sulfate de quinine.... Vous êtes, monsieur, pour les recherches et vos découvertes, qui, je le sais, datent de sept ans, dans la même direction ; l'utilité de vos travaux éclate au moment même, et leur avenir d'influence bien autrement incommensurable que ne me paraissait être autrefois à l'égard du sulfate de quinine.

En définitive, je pense qu'une récompense solennelle, sur la fortune laissée à la science par le philanthrope Monthyon, vous est due ; je m'en suis ouvert vis-à-vis de mes collègues intimes ; la disposition des esprits est favorable à mes vues.

Un point dont je vous dois l'assurance, c'est que je n'agis pas sous une direction quelconque, sous une influence de A ou de B ; je vous déclare ce fait sur l'honneur. Si j'ai conçu que le moment d'être juste à l'égard et de le manifester était venu. Compter sur le bon vouloir et agir, c'est là mon fait.

Maintenant, pourquoi cette lettre ? j'ai pu agir à votre insu, c'est vrai ; et c'eût été mieux. Mais si vous me répondez en termes que je puisse faire valoir vis-à-vis de certains esprits revêches, vous servez votre plan de conduite.

Veuillez, monsieur, agréer l'hommage et profond de ma très-haute considération.

*Signé* : GEOFFROY SAINT-HILAIRE

*Président de l'Académie des sciences*

Ce qui nous surprit étrangement, c'est cette lettre infiniment trop flatteuse, ce n'est pas la bienveillance que nous témoignait le savant, mais bien celle que nous exprimait le président de l'Académie des sciences au nom de sa Société. Nous n'oublierons jamais en effet la faveur avec laquelle Geoffroy Saint-Hilaire père accueillit nos premiers débuts dans la carrière de l'observation, et la manière avec laquelle il se compromit lors de notre première lecture, à l'Académie



es, en quittant son fauteuil et venant se placer auprès de l'inconnu, afin de distraire à l'importunité des conversations ses collègues, et de les forcer, par exemple, à prêter une attention que ces cœurs, d'aventure, n'accordent qu'à la vie de leurs protégés. J'oublierai encore les paroles d'encouragement, et de réconfortement à la fois, qu'il m'adressa huit jours après, bien à l'écart, dans la salle de la bibliothèque. La révolution de juillet a passé de quarante ans le terme assigné par l'apôtre au triomphe de ces vérités.

Dans ma réponse, je pris grand soin de faire cette distinction entre le savant et le citoyen, entre la mission du cœur et la mission officielle. Avant d'entrer dans des explications à cet égard, il m'importe de faire remarquer que, dans tout le cours de mes traverses scientifiques et de ma carrière politique, il m'est pas arrivé de faire la moindre allusion à Geoffroy Saint-Hilaire; notre sympathie commune s'est toujours exercée à distance; la mienne est trop compromettante pour que je veuille la témoigner de plus près. Lorsque la lettre du président de l'Académie des sciences me parvint, il y avait bien longtemps que nous ne nous étions vus, et qu'il n'était établi le moindre rapport entre nous. Le savant, une fois mis hors de la ligne de ma réponse, voici en substance ce que je répondis à l'Académie des sciences, par la personne de son président :

J'ai eu recours fréquemment à la publication d'une lecture à l'Académie des sciences dans le cas de donner à une idée; je professe en cela d'un droit, pour ainsi dire, naturel; et je publiais mes idées ensuite dans des recueils spéciaux. Une seule fois j'ai seulement demandé un rapport; c'est à ma première lecture; il ne m'est plus arrivé d'en demander un second : le premier, tout flatteur qu'il était, m'avait donné la mesure de l'incompétence des juges de cette section. Mais il ne m'est arrivé de concourir à un

sujet de prix; il a été suffisamment démontré pourtant, même à l'Académie, qu'une de mes découvertes avait reçu une couronne sur le front d'autrui. Il n'est pas une de mes publications scientifiques qui ne m'ait suscité quelques sourds désagréments; on sait la part que Cuvier et ses adhérents ont prise à la ruine de l'une d'elles, ruine qui entraîna celle de notre avoir. Qu'aujourd'hui l'Académie pense à me décerner une réparation enveloppée dans une somme de 10,000 fr., il ne m'est pas plus permis de le refuser, que si la réparation n'avait qu'un morceau de papier pour enveloppe. Mais je déclare que j'accepterai sans condition, et sans me départir en rien de ma manière d'agir et d'écrire envers elle. Mon programme ne saurait être que celui des *Annales des sciences d'observation*; et jusqu'à ce que l'Académie se soit réformée sur des bases plus libérales, ma conscience me défendra de modifier en rien le système que j'ai suivi jusqu'ici. Moi qui n'ai point de haine dans le cœur, je ne pourrais que m'applaudir de voir les corps savants venir à moi; mais aussi moi qui professe la religion du beau et du vrai, je ne saurais aller vers eux, sans abjurer mes croyances. »

Il me fut répondu oralement, et par un intermédiaire, que ma lettre n'avait changé en rien les bonnes dispositions de l'Institut; qu'on était résolu à accorder la récompense à l'ouvrage, indépendamment des réserves prises par l'auteur. Le bruit s'en répandit dans la capitale, et les félicitations nous arrivèrent de toutes parts. Nos amis savent avec quelle insouciance nous acceptions ces témoignages : « Ils ont le pouvoir d'offrir le prix, disions-nous, mais non celui de l'accorder, ils ne l'accorderont pas. »

Et ils ne l'accordèrent pas : les journaux de l'époque ont assez clairement expliqué pourquoi(1). Il paraîtrait, en effet, que Guizot, ministre alors de l'instruction publique, aurait mandé Geoffroy Saint-Hilaire père, pour

Voyez le *Messenger* et le *Bon Sens* du 6 octobre 1833; le *National* du 20 et 22 novembre

1833, et le *Journal des Débats* du 21 novembre 1833.

avoir avec lui un entretien à cet égard ; et que le ministre éprouvant de la résistance de la part du président de l'Académie, aurait mis fin à l'entrevue en ces termes : « Au reste, que l'Académie fasse son devoir, moi je ferai le mien. » Quelques jours plus tard, j'étais arrêté comme coupable d'avoir conspiré, à la tête de cinq cents personnes, dans l'amphithéâtre du n° 11 de la rue des Fossés-Saint-Jacques. Cette victoire était criée dans les rues, en attendant le jugement. Le jugement tardait d'arriver ; l'Académie suspendit le sien ; elle reculait sa séance solennelle d'un mois, puis de quinze jours, puis d'une semaine ; puis enfin, jusqu'à ce que l'opinion publique eût perdu de vue l'événement.

Quoi qu'il en soit, la séance eut lieu, presque en même temps que le procès. La récompense fut, on le prévoit, passée sous silence ; et la décision unanime du jury mit en liberté le conspirateur pris à la tête de cinq cents hommes ; car il se trouva que ces cinq cents hommes se composaient d'une trentaine de membres de la Chambre des députés, d'un assez grand nombre d'artistes, d'écrivains de la presse périodique, de manufacturiers et de rentiers, qui s'étaient réunis à l'effet de réviser les comptes de la Société pour la liberté de la presse ; Lafayette devait présider cette réunion ; nous avions à parler au général ; nous nous étions rendu dans ce but à l'assemblée ; il n'y vint pas ; on nous pria de prendre le fauteuil à sa place ; notre crime, on le voit, est un de ceux dont bien des gens seraient fiers ; et le jury à l'unanimité fut de l'avis de ces gens-là. Je m'arrête à ce point de contact de mon sujet avec la politique.

Mais, en ce qui concerne les institutions scientifiques de France, je ne m'étais pas trompé à l'égard de l'Académie des sciences et des autres académies fondées sur les mêmes bases : ce sont des corps dépendants du pouvoir, fonctionnant par les ordres, ou avec la permission du pouvoir, et dans l'intérêt des vues du pouvoir. Le libéralisme de ceux de leurs membres, qui affichent cette opinion, est du genre de ce libéralisme anglais, dont

le gouvernement tient toujours la bride ; c'est un rôle et non une conviction ; les plus généreux d'entre eux sont forcés d'étouffer leurs émotions et leur sympathie, par crainte de ruiner, non-seulement leur avenir, mais même leur gloire passée.

Cette dépendance officielle de l'Académie des sciences est devenue une servitude, depuis que l'on a vu, puis Fouche, qui, le premier, crut porter l'influence de son système dans toutes les branches de l'administration générale, faire pénétrer son regard dans tous les coins, même les plus élevés de l'État. Comment aurait-on pu, par un autre genre d'impulsion, amener peu à peu Monge, le Monge de l'Institut d'Égypte, le Monge qui proposa sa fille en mariage au premier soldat en combattant pour le pays ; comment aurait-on amené le plus populaire des savants à affaiblir sa gloire des oripeaux du pouvoir ? Ce fut dès cette époque qu'il se rompit toutes ses relations avec l'Académie des sciences, qu'il ferma sa porte à tous les savants, qu'il se condamna à la plus absolue solitude : Adanson avait le sens de la gloire. Ce fut alors que l'on vit le jeune Laplace, après avoir fait le rapport le plus flatteur sur les nouvelles méthodes de dissection de la phrénologie, revenir à l'Académie, quelques temps de là, pour rétracter, à l'ordre de Napoléon, son approbation scientifique, et dire, point par point, le contraire de ce qu'il avait signé auparavant. Napoléon n'aimait pas les idéologues, il ne voulait que des descripteurs ; et, chose étrange, et tout chose bien naturelle ! ce sont les descripteurs qui l'ont trahi et renié ; et ce, avec ses compagnons d'armes, les idéologues, qui ont vengé sa mémoire, après sa chute, eux qui avaient bravé son épée, au milieu de ses grandeurs. C'est le descripteur, si grand qu'on veuille le croire, n'est en définitive qu'un homme travaillant l'esprit de possession, et qui court après l'écu, en vertu du même mobile qui le pousse à courir après un caractère spécifique ; le logue oublie tous les détails, et il se

remier au milieu de tous les  
conquérir une loi générale, et  
verne; le descripteur calcule,  
bonne.

ans, les rouages de l'Acadé-  
n'ont pas usé une de leurs  
même système qui y fonde  
même pivot sur lequel elle  
d'une a change souvent de ma-  
nais de ressort; elle a survécu  
ous ses maîtres, elle a toujours  
premier occupant; rendant les  
demande, étouffant ceux qui  
levant jusqu'au faite l'indi-  
désigne, fût-il un sot; etri-  
ant, passant au laminoir le mé-  
fût-il un homme de génie,  
il est un peu trop indépendant.  
atorze ans bientôt que nous  
de la sorte; le public semble la  
nous aujourd'hui; et le gou-  
suffisamment averti, fait mine  
infraction à l'opinion publique,  
re que ce corps n'est plus en  
les idées et les besoins de l'épo-  
samus servi de rien à la stabi-  
lisons politiques, qu'il a servi  
etiose aux progrès des sciences  
qu'il n'a jamais profité qu'aux  
artistes, ou débaîs, ou com-  
ce. l'on a flanqué les acadé-  
ex nommés par ordonnance,  
eurs preposés à la surveillance  
non. Mais, il faut l'avouer, en  
sur le personnel de ces insti-  
nelle date, on se demande où  
et où sont les tuteurs; et,  
supposer une méprise, on est  
sur à plus d'un soupçon.

qui, on le sait, ne suis nulle-  
de nos institutions académi-  
es vœux les plus ardents pour  
viennent se fondre dans l'In-  
d'une réforme radicale no-  
sors un point litigieux. Conien-  
ent encore rien fait. le  
nous croire sur p.

prenons donc, sans en mot dire, l'historique  
de cette confession.

Le succès du *Nouveau système de chimie  
organique* tenait à d'autres causes qu'à celles  
qui émanent de la faveur ou de la persécu-  
tion; la couronne qui l'attendant n'était ni la  
couronne académique ni celle du martyr :  
l'opinion publique reprenait sa propriété,  
car c'est à son adresse que j'avais écrit mon  
livre. Il fut traduit presque immédiatement  
en allemand, en anglais, et je crois en ita-  
lien, et même en égyptien; il se répandit  
jusqu'en Prusse, dont l'Académie des sciences,  
où siège Humboldt, a des raisons pour nous  
voir du même œil que l'Académie de Paris.  
Les médecins, qui, les premiers, l'acceptè-  
rent avec une bienveillance marquée, entraî-  
nèrent les chimistes un peu plus récalcitrants;  
les pharmaciens secondèrent les médecins;  
et de toutes parts la chimie entra hardiment  
dans les voies de la méthode nouvelle. Les  
opticiens peuvent dire quelle prodigieuse ac-  
tivité l'apparition du livre a portée dans une  
des branches jusque-là la moins lucrative de  
leur fabrication. Le petit *microscope*, auquel  
la faveur publique a pris l'habitude d'accoler  
mon nom, quoique je n'aie eu en cela que le  
mérite d'en avoir vulgarisé l'usage, et d'en  
avoir mis la construction à la portée des  
bourses les plus pauvres; ce petit instrument  
s'est expédié par ballots dans tous les pays du  
monde; non-seulement le fabricant, mais  
encore les contrefacteurs n'ont jamais pu  
suffire depuis six ans à l'empressement des  
demandeurs; et le microscope simple est de-  
venu un nouvel objet d'exportation commer-  
ciale (433,515).

On pense bien que la même influence qui  
avait rendu l'Académie muette à récompen-  
ser, la rendit active à étouffer un succès qui  
franchissait ainsi toutes les douanes, sans  
commettre une seule contravention aux lois  
de l'État. Mais comment s'y prendre, en pa-  
reil cas? Le seul moyen que les corps savants  
aient à leur disposition dans ce but, c'est de  
pour retarder du moins,  
la rapidité de

l'idée qui marche. Les livres classiques et universitaires remplissent fort bien cette condition : ce sont tout autant de chevilles enfoncées dans le progrès, qui l'arrêtent au cran du millesime de la publication du livre, pour un espace de temps égal à celui qui est nécessaire à l'écoulement de l'édition. Mais l'opinion publique, qui marche vite, et qui aujourd'hui marche seule et sans lisières, avait tourné et laissé bien loin en arrière ces obstacles au progrès. Force fut donc d'attaquer les nouvelles idées par d'autres moyens, par des moyens moins usés et plus directs ; car elles se glissaient partout sous un autre manteau que celui du plagiat hebdomadaire. Les journaux scientifiques paraissaient offrir toutes les conditions favorables à ce projet d'amortissement ; mais malheureusement il se trouvait que les journaux anciennement établis s'étaient déjà prononcés sur le mérite de l'ouvrage ; et la palinodie ne porte jamais bonheur à ce genre de publication. On en créa quelques nouveaux, de tout petits, emmaillottés de rose ou de jaune, pour quelques mois seulement ; les fonds destinés à l'encouragement des sciences n'étaient-ils pas là pour ces sortes d'encouragements ? l'illustre Monibyon en a déposé une forte somme à l'Institut ; les contribuables en ont déposé une non moins forte à la caisse de la division des sciences et des arts. Ces petites feuilles allèrent à peine jusqu'à deux numéros ; et elles n'ont peut-être jamais été lues par personne que moi, qui en recevais régulièrement un exemplaire ; car il paraît que c'était moi qu'on voulait convaincre, et non pas le public. L'essai ne fut pas poussé plus loin, parce que la presse périodique, toute-puissante alors d'indépendance, faisait peur à tous ces enfants perdus de la subvention.

Du reste, ces moyens d'attaque étaient certainement fort anodins ; il ne portaient rien moins que sur l'exactitude des faits, mais plutôt sur leur importance. Enfin, le pouvoir ne cherchait qu'à atténuer, par une presse à peu près clandestine, un succès auquel la presse n'avait pas contribué pour la plus pe-

tite part. Car il est un fait digne de remarque dans l'histoire de ce livre : ce fut le *Journal des Débats*, qui l'annonça par quelques phrases d'éloge, le lendemain de son édition ; les autres journaux ministériels rent le silence ; la *Tribune* n'en a ouvert la bouche ; et le *National* aura certainement cet exemple, si Saigey était pas trouvé alors le collaborateur de Saigey qui, à cette époque, était le seul journaliste compétent en fait de science, science entraînait pour peu de chose dans la rédaction des journaux politiques. (Nos savants peuvent dormir tranquilles aujourd'hui, ce bon temps est revenu, repos de leurs âmes.)

Tous ces fonds avaient été dépensés pure perte ; on avisa à d'autres moyens, plus sérieux, et qui, s'ils étaient employés avec méthode et conscience, ne seraient pas que d'amener à des résultats utiles et profitables à la science : il fut décidé qu'on reverrait un à un tous les travaux auxquels nous avions basé le *nouveau système*, afin de mettre en relief tous les passages où l'observation serait trouvée en défaut. Ce travail fut confié à de jeunes étudiants, sous la direction des maîtres ; mais il paraît que les maîtres n'y ont gagné que de se voir reprocher des erreurs, avec des menaces de commandés par la position des élèves, et des élèves à être cités par les maîtres, pour vérifier l'exactitude de ce qu'on avait dit au cœur de refuter.

Après virent les bouts de notes, annexés à celles dont nous avons donné une édition hebdomadairement palinodique, n° 986, volume ; notes destinées à attaquer l'ouvrage par un système contraire au précédent, un système à rebours. Celui-là avait pour but de débrouiller les citations ; celui-ci pour deviner la question ; le premier semblait prendre à tâche de l'obscurcir, etait quoique abréviativement et d'une manière plus ou moins tronquée ; l'autre n'avait pas du tout, afin de se faire citer la

parvenait à le comprendre. Le 31 octobre 1833, à qui il était de faire de l'opposition scientifique l'une de ces séances académiques si fantastique, que les eux-mêmes s'en trouvèrent dé- retardèrent d'un mois la lecture intéressantes découvertes.

tion du *Réformateur* vint ajouter as de plus aux embarras déjà assez la publicité académique ; car l'in- e matérielle de ce journal laissait ide à l'indépendance de la rédac- mais journal quotidien n'avait em- t de choses dans son cadre. Les , avec leur cortège de membres, de de lauréats, de protecteurs et de avec leur matériel de fonds dispo- le journaux entretenus à leurs frais r recommandation ; les académies ne se crurent pas de force à lutter contre une feuille rédigée sous l'in- nous la vigilance d'un seul homme. Irconstances, où ces grands chènes se mettent à ployer comme un ro- turait toute une histoire comique re les rapports immédiats ou mé- plupart des personnages de cette tie, avec l'administration et la ré- balterne d'un journal, qui n'avait, rencer, d'autres fonds disponibles qu'une dizaine de mille fr. ; il ne serait téré, pour l'histoire du siècle, de ous ceux qui ont gagné des cou- s sortes de missions ; et il serait our tout le monde, d'apprendre l'ivido qui nous apportait la liste ne, dont se trouve passible envers le membre de l'Institut, est un de tard, ont reçu une assez forte la munificence de ces messieurs.

elles révélations sortiraient du e spécialité des révélations rela- s système de chimie orga-

un active qui s'exerçait, par et le jour et la nuit, sur l'ad-

ministration et la rédaction de cette feuille périodique, ne permit pas longtemps aux sa- vants d'espérer qu'aucune avance pût jamais la rendre traitable et qu'aucune manœuvre pût la détourner de son but. On tenta un coup d'État scientifique ; Arago en fut l'exé- cuteur ; ce qui lui revenait de droit , pour en avoir été le solliciteur. Jusques alors, le len- demain des séances de l'Académie , les jour- nalistes avaient la permission d'aller consulter les mémoires originaux déposés au secréta- riat de l'Institut, afin d'y puiser des extraits appropriés à la nature de leurs feuilles. Mais voilà qu'un jour les rédacteurs de trois jour- naux se trouvèrent consignés à la porte du secrétariat par ordre d'Arago, du libéral Arago (1), du défenseur parlementaire de la liberté de la presse : ces trois journaux étaient précisément et nominativement le *National*, la *Tribune* et le *Réformateur* ; les journaux de toutes les autres couleurs conservèrent , comme par le passé, leur entrée libre. Le pu- blic sera sans doute plus étonné que nous ne le fûmes de cet événement ; car nous avons, par devers nous, de tout autres idées, que les abonnés des journaux , sur le libéralisme af- fiché par certains hommes. Le *National* et la *Tribune* requrent le coup en silence ; le *Ré- formateur* le révéla, et la révélation fut un contre-coup dont se ressentit toute l'Acadé- mie. De là des pourparlers et des propositions de paix : « ce n'était plus contre ces trois journaux que la mesure avait été prise, mais bien seulement contre un rédacteur des séan- ces ; et les portes des Archives se rouvriraient à tous les trois, immédiatement après l'expul- sion de ce rédacteur. » Ce rédacteur, c'était SAIGY, qui rédigeait alors à lui seul le feuil- leton scientifique du *National* ; en partie celui du *Réformateur* du mercredi, consa- cré à l'Académie des sciences, et qui, de plus, passait pour donner des conseils fort utiles , mais fort peu académiques, au rédacteur heb- domadaire du feuilleton de la *Tribune*. Le *National* , la *Tribune* , et le *Réformateur* , dé- cernèrent les cou-

1835



ditions; le *Réformateur* les repoussa avec un sentiment de mépris, qui était moins une satisfaction donnée à l'ancienne et inaltérable amitié qui nous liait à Saigey, qu'un hommage impartial decerné à l'éminence du mérite de ce collaborateur. L'Académie ne gagna, dans ce malheureux tripotage, que d'être critiquée un jour plus tôt et d'une manière plus complète qu'auparavant; Arago y gagna, pour sa part, des révélations de Saigey, et une apostille stéréotypée tous les huit jours, en tête du compte-rendu des séances, apostille qui nous a valu, de la part de ses amis, plus de visites qu'elle ne renfermait de lettres. Il est juste de le dire, dans cette circonstance, cette mesure illibérale n'était point prise dans l'intérêt de la réputation des membres de l'Institut en masse, dont la plupart, au contraire, avaient été plus d'une fois appréciés d'après leur beau talent, mais seulement dans l'intérêt de la réputation d'Arago lui-même. C'était le dernier et heureux coup que l'homme politique comptait porter à l'existence d'un écrivain, dont la compétence le gênait encore plus que l'indépendance, et qu'il n'avait cessé de pourchasser, depuis dix ans, dans tous les journaux qui s'étaient enrichis de sa collaboration. Saigey est un de ces élèves si honorablement expulsés de l'ancienne École Normale, qui résolurent de ne vivre désormais que de leur plume ou de leurs travaux industriels; et il a tenu parole. Il est peu de membres de la section de physique et d'astronomie qui puissent se comparer à lui, sous le rapport des connaissances acquises, de la facilité d'interprétation et de la rectitude d'esprit. Le mérite d'Arago, chacun le sait, ne soutiendrait pas un instant le parallèle avec celui de Saigey; et ce dernier est déjà connu, malgré les privations dans lesquelles son indépendance l'a forcé de vivre, par trois ou quatre ouvrages, dont la centième partie aurait suffi pour forcer les portes de l'Institut. L'indépendance avec laquelle il examine les questions, n'a jamais offensé les hommes, dont le bagage scientifique est incontestable; la plupart d'entre eux n'ont ja-

mais cessé de l'accueillir avec bienveillance et s'il n'est pas membre de l'Institut qu'il ne l'a pas voulu, c'est qu'il a préféré endosser l'habit du travailleur que rien de ce qui pourrait ressembler à un fauteuil académique; et Ferrussac, qui a osé conserver un peu trop longtemps collaborateur, est mort sans avoir eu le temps d'entrer à l'Institut, même par la porte d'agriculture! Un des plus grands chagrins que nous ayons eus, à l'occasion de la discussion portée contre Saigey, ce n'était pas d'avoir souvent fait entendre que l'honneur de l'astronomie française, confié à des hommes à qui le pouvoir avait dévolu le partage, devraient au moins s'estimer heureux qu'on les condamnât à résidence, mais de voir que certains articles de météorologie de *Monsieur de Longitudes*, etc.; et d'être simplement pour s'être plaint de l'Observatoire, on refusait communément de lui donner le titre de correspondant du mètre en platine, qui sert d'étalon pour nos mesures légales; en sorte qu'il a dû se voir forcé d'avoir recours à un étalon qui se trouve déposé aux Archives du royaume, pour confronter et pointer, pour ainsi dire, une collection de mètres et d'étalons destinés au gouvernement par le roi Othon. Il paraît que ce fait, qui n'est pas d'ailleurs caché quelque défiant de la cause, qu'on a bien intérêt à tenir secret; mais se le rappelle, c'est pour avoir réitéré son nom et en celui de ses officiers, un autre exemple analogue, que d'Urville n'est allé sérieusement d'articles empreints d'une collection de mauvais goût, auxquels il a pris le soin de ne pas répondre; d'Urville, bon marin, brave et intrépide marin, a eu toutes ces misères une réponse sublimement marchant à la mort dans l'intérêt des sciences, dans l'intérêt de la navigation à venir, invitait ses lecteurs à aller remercier les hommes en montant sur son capitole. Il faut que les personnalités ne puissent plus à contre-temps.

is cette époque, chacun a cherché à le mot de l'énigme; et le bruit court qu'il a trouvé dans une erreur de trente qui entache le calcul d'une mesure du n; l'auteur de ce bruit est un membre de l'Académie; cette révélation le portera à s'expliquer; car si le motif de ce bruit n'était pas fondé sur quelque chose de plausible, il serait inexplicable, et mériterait sans cesse signalé.

Il a été entré dans ces détails, qui sont de notre spécialité, pour montrer que, dans ce petit coup d'État, les intéressés n'ont pas les membres des sections, avec lesquels nos travaux ont plus de points de contact qu'il n'y avait en tout cela qu'un seul motif, et un seul motif, qui n'était pas le même.

Comme nous avons dit ci-dessus que le *Réformateur* continuait sa mission scientifique, sans colère et sans plus de ménagement. Le secrétaire de l'Académie proposa à son conseil d'élever autel contre autel, de publier un journal à son compte, de s'emparer du rôle du feuilleton hebdomadaire: « Il est temps, disait-il: la licence de la presse connaît plus de bornes; les physiiciens antérieurs conservent en portefeuille une multitude de mémoires du plus haut intérêt, tant qu'ils doutent l'effet de la critique. » Mais, disait-on, la publication du compte rendu des séances de l'Académie, au nom de l'Académie, n'arrêtera pas l'activité de la science; bien au contraire, elle lui offrira tout préparé, l'analyse toute faite; qui restera plus qu'à prononcer. La chute du *Réformateur* pouvait seule permettre de réaliser ce projet; le *Réformateur* céda à des circonstances qui intéressaient à la fois sa conscience et sa probité; l'Académie, dès ce moment, n'eut plus de mauvais rêves. Elle a les *comptes rendus* de ses séances hebdomadaires; et les physiiciens timorés, à l'abri de toute contrainte, sortent de leur portefeuille ces éminents travaux,

Les *Comptes rendus* étant la propriété de l'Académie, et la rédaction n'y étant sou-

dont la publication devait tant contribuer à la gloire de cet illustre corps. Ce n'est pas tout; les lois de septembre ayant placé toute la presse libérale et opposante sous la férule du pouvoir, il a été facile à l'Académie de confier tous les feuilletons du mercredi à des plumes dociles et dévouées; et, depuis cette époque, les feuilletons des feuilles les plus libérales se ressemblent tellement, jusque dans les inflexions du style, qu'on dirait qu'ils leur arrivent en épreuves, de la presse des *comptes rendus*. Le feuilleton du *Courrier français* est peut-être le seul qui se distingue par un cachet d'originalité, dont le parfum élevé nous paraît, à nous, plus qu'incommode. Il n'est pas possible de louer davantage; il n'est pas une note de l'Académie qui n'y trouve un commentaire des plus flatteurs; le préambule annonce des phénomènes, le résumé des prodiges; l'analyse se perd, invisible au milieu de toutes ces précautions destinées à en relever l'effet, et il n'est pas jusqu'à la forêt des moisissures, découverte dans le lait par un académicien, qui n'ait trouvé dans ce feuilleton un écho de louanges, auquel le public a répondu par un écho moins flatteur. Et pourtant tout ce concert si flatteur n'a pas pu prêter aux *comptes rendus de l'Académie*, écrits par elle-même, l'intérêt qu'on s'en était promis. Il paraît que les physiiciens n'ont rien sorti de leurs portefeuilles; mais il n'en a pas été de même des médiocrités; nous avons perdu patience à dépouiller tous ces longs mémoires de physiologie, dont quelques-uns n'aboutissent à rien, et dont le plus grand nombre aboutissent à une de ces choses que, pour l'honneur du corps, on est forcé de rétracter. On en trouvera quelques échantillons dans le cours de cet ouvrage; mais vraiment nous regrettons encore le temps que nous avons perdu à ce faible dépouillement. Réminiscences, faits tronqués, illusions d'écolier, que sais-je? il n'est souvent pas jusqu'au style qui ne force la critique à laisser tout cela de côté (1).

mise à la censure d'aucun d'eux, tout ce qui émane d'un académicien y passe, avec les incor-

A la rédaction, l'Académie associa l'action : les séances ont pris dès lors un air dramatique ; de petites surprises ont été ménagées au public ; la correspondance a menacé un instant d'absorber tout le temps que le sablier mesure aux doctes communications académiques ; la correspondance sous le couvert d'un étranger puissant, ou la correspondance adressée, non pas à l'Académie elle-même, mais à son secrétaire ; car c'est la seule qui se lise en entier. Aujourd'hui le couvert d'une lettre est le passe-port de la vérité ; il est tant de gens qui se rappellent que le consul Manlius n'est parvenu à la postérité la plus reculée, que sous le cachet d'un délicieux vers d'Horace (1).

Les étoiles filantes se sont rabattues ensuite tous les huit jours sur le bureau ; d'abord elles ne voyageaient dans le ciel que par troupes de myriades et au mois de novembre ; du moins c'est dans cet ordre qu'elles avaient filé une fois sur la tête d'un astronome américain (2) ; de là enquête en France. Huit jours après l'enquête annonce qu'on en a vu en octobre ; puis on a dépouillé les livres, et on a deviné qu'il devait en passer au mois d'août. Enfin, un témoin oculaire, encore tout tremblant de frayeur, annonce à l'Académie qu'il vient de voir tomber un de ces *bolides* à ses propres pieds, sur le pont Royal, à Paris, près des Tuileries ! Et il n'est pas un paysan, du Midi surtout, qui, interrogé, dans son propre patois, par les savants compilateurs de la correspondance, ne leur eût démontré, sans algèbre, que le phénomène des étoiles filantes coïncide toujours avec l'élévation de température ; que jamais on n'en voit tant sillonner la voûte des cieux,

rections habituelles à chaque genre d'écrire ; et l'on y trouve des phrases pour le moins aussi curieuses que celle qui suit : « On a demandé des preuves, mais des preuves qui puissent réellement convaincre UN VÉRITABLE NATURALISTE, C'EST-À-DIRE, UN SINGE tué sur le rocher de Gibraltar, et soumis à la comparaison dans nos collections ; or c'est une satisfaction qu'aucun naturaliste n'a pu, même en Angleterre, avoir jusqu'à ce moment, et

que par un jour de chaleur étouffant si le *mistral* souffle le lendemain à haleine de glace, les étoiles cessent pour recommencer encore leur apparition nocturne, dès que le mistral abandonne l'atmosphère à ces filles vagabondes de l'été.

Un jour, un jeune Sicilien doué d'excellentes dispositions, et dont on aurait fait un excellent élève de l'École polytechnique donne en spectacle au public ; on continue la carrière de ses études par les illusions prodigieuses d'une précocité et d'une factice illustre et à la manière dont la pièce avait été jouée, bien des gens crurent un instant qu'un enfant était né, non pas seulement avec une prédisposition au talent, mais avec toutes les formules de langage consignées dans nos

Un autre jour, la représentation était à bénéfice des Chinois. Nul n'avait de l'argent comme les Chinois ; aucun peuple de l'Asie n'avait connu l'agriculture comme le Chinois ; une traduction de leurs ouvrages était une mine inépuisable, qui allait faire la plus heureuse révolution dans notre agriculture française. Le traducteur, le devine, est académicien, c'est le seul Chinois de la France (la concurrence vint plus tard) ; et c'est le ministère du commerce qui faisait les frais de la traduction. Parmi les choses les plus dignes d'attention, Bibi raconte la suivante (3) ; elle est relative à la culture des mûriers ; car depuis qu'un ardent engouement s'est mis à planter des mûriers pour élever les vers à soie dans le Nord, chacun s'empresse de jeter pour sa part un peu d'argent dans cette malheureuse idée ; d'après la traduction, les Chinois avaient découvert que, dans la mûre, il n'y avait

que nous devons solliciter par tous les moyens que nous avons à notre pouvoir. » (Blanchet, *comptes rendus*, séance du 18 septembre 1837, page 453.)

(1) *O nata mecum, consule Manlio*. Olib. III.

(2) *Comptes rendus*, 11 décembre 1837.

(3) *Journal pratique d'agriculture*, t. I, 1838 : page 402.



nes du milieu qui se trouvent parve-  
la plus complète maturité; les infé-  
et les supérieures étant grêles et in-  
les : idée lumineuse que le premier  
it en physiologie aurait expliquée d'un  
ot voulut voir si, dans un épi de blé,  
rverait les mêmes progressions dans  
ration des grains; et, voyez comme  
ois sont avancés en physiologie! il se  
que nos épis de blé présentaient exac-  
le même phénomène que les chatons  
ier. Si la critique avait été représentée  
presse actuelle, elle aurait rappelé à  
e académicien que cette idée date de  
; que, chez les Romains, les grains  
aits de la sommité de l'épi s'appelaient  
*frits*; que ces grains étaient considé-  
s comme donnant naissance au seigle  
raie, ce qui doit se trouver aussi chez  
nois; elle aurait rappelé que l'idée de  
trouve consignée en propres lettres,  
*Bulletin des sciences naturelles et*  
*ologie* du mois d'avril 1827, n. 49,  
): et enfin elle aurait invité les fonds  
it, au lieu de nous faire traduire, à  
frais, les écrits des Chinois qui culti-  
us un autre ciel que nous, à nous faire  
e les divers patois agricoles des provin-  
France, sous la bure desquels la science  
ue rencontrerait certainement des  
aussi bonnes que la science pratique.  
utre jour, venait la forêt de moisissu-  
s les globules du lait (11 déc. 1837).  
utre jour, on annonce un mémoire  
ant d'un membre sur un sujet de chi-  
ganique. En voici le résumé (1): « Je  
sacre depuis longtemps à l'étude ana-  
des corps organiques; j'ai fait beau-  
analyses de mon côté, pendant qu'en  
gne Liebig en faisait du sien: il s'est  
que celles de Liebig étaient sans cesse  
tradiction avec les miennes. De là dis-  
sion animée, et tellement ani-  
e nous avons pris soin que le public  
s n'en fût pas informé. Mais nous  
ance du 23 octobre 1857.

avons reconnu la nécessité de mettre fin à  
une dissidence si déplorable pour la science,  
et nous avons tendu une main de réconcilia-  
tion à l'analyse allemande; nos deux analyses  
ont fait la paix entre elles, en même temps  
que leurs auteurs; elles se sont trouvées d'ac-  
cord en même temps que nous. Une nouvelle  
ère de vérité s'ouvre pour la science, depuis  
notre réconciliation; notre amitié va enlacer,  
comme dans un faisceau, toutes les capacités  
chimiques de l'Europe; dans le partage, l'O-  
rient est échu à Liebig, l'Occident à moi; c'est  
vous dire que, dans quatre ans, la chimie orga-  
nique sera faite, et tellement achevée qu'il ne  
restera plus rien à découvrir qui n'y rentre  
comme un cas particulier. »

Là se terminait le mémoire, que le feuille-  
ton de la *presse périodique* enregistra le len-  
demain, avec le plus grand sérieux du monde.

L'autorité, jalouse de concourir à d'aussi  
bons résultats, ne pouvait pas manquer de  
créer tout exprès, à l'École de Médecine, une  
chaire de *chimie organique*, qui n'aurait  
aucun rapport avec la *chimie médicale*, la-  
quelle se trouverait n'avoir jamais eu aucun  
rapport avec la chimie pharmaceutique. Là,  
à la suite de la formalité indispensable du  
concours, le membre de l'Institut a renouvelé  
publiquement et par écrit, que, dans quatre  
ans, la *chimie organique* serait parachevée;  
et un seul des concurrents, qui n'avait, en fa-  
veur de ses connaissances acquises, que l'ap-  
pui de sa bonne foi et de sa modestie, un seul  
s'est mis à rire, en avouant (2) qu'à un homme  
qui promettait tant, il était bien juste qu'on  
donnât à la fois la possession exclusive de  
tant de chaires et de tant de laboratoires. Te-  
nez; tout cela sue de pitié par tous les pores,  
et le charlatanisme a fini par étendre ses bro-  
deries sur toutes ses coutures.

Mais comment toutes ces choses ne se com-  
mettraient-elles pas impunément? La criti-  
que est étouffée; elle s'est mise aux gages,  
comme toutes les autres espèces de spécula-  
tions. On a pensé qu'il importait au salut de

(2) Baudrimont; *thèse soutenue* le 20 mars 1858,  
à la faculté de médecine de Paris, page 123.

l'État d'amortir autant la *presse scientifique* que la *presse politique*. Les fonds secrets à la disposition des divers ministères, et surtout de la division des sciences et des arts, ont été consacrés en grande partie à tuer l'indépendance des journaux de science, en multipliant les *journaux savants*, journaux riches de subvention, pauvres de style, plus pauvres encore de faits observés, et qui vivent sans abonnés et sans autres lecteurs que ceux à qui on les donne, jusqu'à ce que la somme votée soit épuisée par quatre ou cinq numéros. C'est là que, faute d'observations propres, se réfugient, et le plagiat, la tête haute et faisant des gorges chaudes; puis la mauvaise foi dans les citations, mauvaise foi convenue, arrêtée à l'unanimité; puis la réticence à l'œil oblique, un doigt sur la bouche, et la consigne à la main; puis, et puis, et puis enfin tous les moyens que vous devinez encore mieux que nous ne pourrions vous le faire entendre, et auxquels nous nous garderons bien de toucher; tant pour l'honneur du pays et de ce siècle, grande officine de réformations, où se préparent pour l'avenir de si belles et de grandes choses, tant, disons-nous, nous désirerions faire oublier ces moyens vergogneux, si l'on voulait se résoudre à les faire une bonne fois finir.

Que si, à la rigueur, vous pensez qu'il importe à votre sécurité de soutenir la gloire académique, par les mêmes moyens que tout autre genre de gloire; si vous croyez que, sans une vingtaine de journaux scientifiques salariés, tout le prestige de la science en habit brodé tomberait comme un masque, et que les héros s'évanouiraient; si vous croyez que de semblables héros soient, comme leurs homonymes d'un autre calibre, les soutiens les plus puissants de l'ordre établi, eux qui, depuis quarante ans, vous ont assez démontré que, dans toutes les commotions possibles, ils ne se sont soutenus qu'eux-mêmes et leurs enfants; si telle est votre conviction reconnue la main sur le cœur; oh! alors, je le conçois, vous ne sauriez trop épuiser vos bourses, pour compléter ce système de dé-

fense légitime; défendez-vous, en les dant et en les protégeant de l'égide et cent journaux à la fois. Mais aussi respect pour la vérité, sœur inséparable d'une sage liberté, enjoignez à la main travaille à cet étai de ne pas ruiner toutes entreprises rivales; permettez que la science qui ne demande rien, puisqu'elle n'a besoin de rien, ait aussi ses organes et sa propre voix; permettez que les fonds qui servent à soutenir sa rivale ne servent pas du même à la ruiner, à la spolier; qu'il soit permis à la science critique, science morale et démocratique, de discuter tous les points qui intéressent et le cœur et l'esprit des hommes; même le chapitre de la prostitution, le préambule de l'article des *malades* crêtes, sans se voir exposé à faire passer un journal médical sur le banc de la correctionnelle, pour avoir oublié, que l'autorité, six ans auparavant, avait déclaré relative à un changement d'adresse (1)? Quoi! nous laissons voler aux seigneurs de la science, les centaines de milliers de francs que vous jugez nécessaires et indispensables à leur représentation et au soutien de leur dignité; nous ne leur donnons d'aucun œil jaloux leurs livres, si maigre qu'ils soient, s'écouler par les bancs de l'enseignement, sous le couvert classique que nous trouvons fort naturel que, pour aller chercher un polype à soi seul, et sans crainte de contrôle, vous équipiez un vaisseau tout chargé de porter l'observateur sur des rages un peu lointains; que 15,000 francs soient adjugés à celui-ci, pour aller vendre les poules en Allemagne et en France; que les chaires soient cent fois plus sous les pieds d'un seul et unique professeur qui n'ait à apprendre qu'une leçon par an afin d'alimenter quatre cours de médecine; nous ne voyons pas grand inconvénient à ce que l'auditoire habitué des chaires qui ne lit jamais la science, mais

(1) Voy. *Gazette des hôpitaux*, nos des 11 et 13 oct.; 22 nov., etc., 1836.

oit fermement convaincu, à force re le même homme, à dix heures à e Médecine, à deux heures au collège ce, à trois au Muséum, à quatre à une, que, sur chaque question, la n'a plus qu'une seule manière de l'elle est faite et bien faite, et que is il ne reste plus rien à faire; on ne payer trop cher d'aussi beaux résultats; l'or pour préparer, soutenir penser dignement ces merveilles.

pourtant, s'il se trouve un certain d'esprits qui ne soient pas de votre qui veuillent entendre autre chose; ent que la vérité appartient à tous, point le privilège exclusif de quelques-unes; n'empêchez pas ces lecteurs aussi une feuille qui leur convienne; ux imprimeurs toute sécurité pour er, et à un libraire toute sécurité publier. Ces feuilles ne vous demandent pas une obole, les abonnés ne leur ront pas; elles ne seront que scientifiques et elles seront de plus originales. l'elles réussissent, il suffit que vos occultes ne les ruinent pas. Eh onsentez à ne pas les ruiner; nous demandons au nom de la dignité nationale s'alarme, et de l'état d'impuissance se traîne la publicité, et de l'égide si dire légale, sous laquelle se met l'abri tous les genres de charlataneries théoriques et pratiques, industriels chimiques, médicaux et pharmaceutiques; voyez-vous qu'on osât imprimer impunément que le conseil général des hôpitaux conféré à l'un de ses protégés le reconnaître officiellement, au milieu, la qualité des nourrices de la (1), s'il existait une presse scientifique indépendante, pour déclarer, qu'une divination serait, dans l'état actuel de la science, une imposture, si le devin ne produisait l'avis des médecins et

vez les journaux politiques du 10 avril  
'*Expérience* du 10 mars, page 416.

sages-femmes du lieu, à peu près comme l'expert, qui a grand soin d'aller flairer l'air du cabinet du juge d'instruction, avant de décider une question de médecine légale?

Les chaires richement dotées sont si souvent désertées par les professeurs, parce que les bancs sont désertés par les élèves. Cependant nous désirons que, pour le bonheur et le repos du possesseur titulaire, elles soient plus amplement rétribuées encore; nous ne demandons pas une obole de cet argent. Mais quand les élèves penseront avoir quelque chose à apprendre de nous, sur la science que nous avons créée sans vous, ne nous empêchez pas de nous rendre à d'aussi légitimes vœux; ne nous forcez pas à ne professer qu'en face de l'auditoire qu'il vous plaira de nous choisir vous-même, auditoire officiel qui ne vient là que pour chasser les auditeurs véritables. Ne vous occupez pas plus de nous que, dans nos cours scientifiques, nous ne nous occupons de vous. Qu'il nous soit permis enfin de parler de ce que nous avons découvert, dans le lieu que nous aurons choisi, et devant un auditoire de savants et d'élèves, la *carte de leur école au chapeau*. En Allemagne, les professeurs sont libres; en France, il faut qu'ils aient pris l'habit; et cet habit ne va pas à toutes les épaules, et les épaules qui l'endossent ne sont pas toutes de puissants Atlas. Aussi, quel beau pays pour la science aujourd'hui que le beau pays de France!

La science y est partagée en fiefs héréditaires presque tous concentrés à Paris; elle y a ses jours de grande cérémonie, ses grands et petits levers, ses tournois pacifiques, où la lance est remplacée par l'encensoir, et où chacun s'encense, à donner le vertige aux spectateurs. Là ces illustres seigneurs tiennent tant à leurs quartiers, qu'ils ont fini par être toujours les mêmes à la lice; ils ne font que changer d'écussons, en changeant de champ clos. Allons-nous à l'Académie des sciences, quel est celui qui jette le gant? c'est le savant A. Nous passons à la Faculté de médecine; c'est le même savant A. Nous ren-

dons-nous pour entendre du nouveau à la Société d'encouragement ; c'est encore le savant A, qui nous y a précédés au pas de course. A la Société d'agriculture, c'est encore le même savant A. Enfin, il n'est pas jusqu'à l'un de ces tout petits champs clos borgnes et ignorés du public, où vous ne retrouviez le même savant A ou le même savant B, brandissant la même lance, portant les mêmes coups, allant du même trot, et parant souvent jusqu'à six fois la même chute. Que dis-je ? il n'est pas jusqu'aux congrès les plus lointains, où il n'arrive en poste aussi vite que vous, afin d'assister au bal des savants, et à l'embrassement général, où chacun se dit, en se serrant la main : *Je vous ai cité, monsieur* ; pour qu'il lui soit répondu : *Et moi aussi, très-illustre collègue, dans ce mémoire de quelques pages que j'ai l'honneur de vous présenter.*

Les plaisirs, payés aux frais de l'État, doivent être respectés, comme tous les plaisirs du monde ; mais respectez aussi la science sérieuse, qui ne danse pas, ne représente pas, qui vit des deniers qu'elle sue, s'alimente de méditations solitaires et incessantes, poursuit le vrai par amour pour le vrai, et abhorre l'intrigue comme la plus grande ennemie du vrai. Elle ne vous demande rien ; ne la spoliez pas ; laissez-lui son allure franche, sa démarche assurée, son langage ferme et accentué, sa phrase qui vibre quelquefois, comme un coup de fouet, à l'oreille du charlatanisme ou de l'imposture : c'est là son habit brodé à elle, et cet habit ne vous coûte rien ; pourquoi chercher à le lui déchirer avec des griffes occultes ? Si vous en aviez le droit, vous vous y prendriez d'une manière patente ; contentez-vous donc de vos droits ; ne sont-ils pas assez nombreux et assez beaux comme cela ?

Vous avez le droit d'user, comme il vous semble, des fonds que les contribuables vous ont confiés pour l'encouragement, mais non pour le découragement des sciences ; et nous, nous avons le droit d'adresser d'humbles remontrances à ceux qui vous en confient l'em-

ploi. Or, voici à ce sujet ce que nous leur représenter : Les académies, sous l'empire d'un ordre de choses qui plus, ont servi peut-être au progrès de ces, dans le temps où elles se trouvaient en harmonie avec la marche des affaires, abus qui s'y glissaient n'échappaient alors à une prompte réforme, parce qu'elles avaient, pour être contrôlées, cette multitude de congrégations savantes, qui se mariaient avec la sève du peuple, et qui, pendant les jours anciennes, n'en restaient pas toujours nouvelles, toujours jeune fleur et d'une pieuse indépendance. Mais, nées tout près de la charrue, elles étaient en dot à l'institution qui les avait produites, cette fécondité intellectuelle que produisait le soleil des champs, et qui, forcée de s'appliquer à la vertu imposée par le devoir et aux préceptes imposés par la règle, a produit par conséquent des hommes de génie. Ces antiques institutions ont dû s'effacer devant les nouvelles mœurs, dont le progrès a doté notre France : on les a effacées du sol français, on a fait place nette ; mais on ne les a pas remplacées par rien d'équivalent. L'indépendance de l'étude n'a plus d'asile nulle part ; les corps salariés pour être savants, devenus corps de surveillance ; aussi les études languissent ; les corps savants s'endorment ou se fâchent, et la sève française s'épuise ; le résultat. Ce n'est pas à dire que l'instruction ne se répande pas dans toutes les classes de la société ; bien au contraire ; jamais on n'a été plus instruit qu'aujourd'hui, et c'est un fait qui peut seul nous consoler de nos constances actuelles ; l'industrie et l'agriculture se sont imprimées depuis quelques années un mouvement, que bientôt la décadence de nos institutions scientifiques ne sera plus en état de suivre, et c'est par cette voie que la sève populaire, qui alimentait les connaissances, reprendra son cours. Sans aucun doute, bientôt nos institutions universitaires démocratiques s'éteindront comme d'elles-mêmes, et mettront les clefs sous la porte ; il n'y aura plus de savants possibles en habit

ut le monde sera savant dans sa spécialité, l'habit brodé n'est pas l'habit de tout le monde. Mais cette époque sera précédée d'abord par une époque de transition : effet reconnu que nulle réforme ne peut arriver d'une manière brusque et violente, parmi les générations qui se fondent les unes dans les autres. Nous touchons donc à cette époque ; et pour la préparer, tant qu'il est en nous, voici ce que nous abandonnons à ceux qui votent les lois et qui votent les législateurs :

1° Toute espèce de moyen de police soit exclue de l'enseignement et de l'éducation ; l'autre police est plus que suffisante pour tous les cas de sa compétence.

2° L'enseignement soit libre, et sans restriction que celle qui est inscrite dans les cinq Codes ; qu'il soit permis d'enseigner à l'élève, dès sa plus tendre enfance, tout ce qu'il pourra se montrer utile aux autres ; qu'on supprime sans regret tous ces vieux usages de l'université du moyen âge, encore ébouriffée d'hermine et de latine ; qu'on enseigne les langues étrangères à la manière des langues modernes ; les sciences avec la méthode des langues vivantes ; les sciences exactes et l'histoire naturelle sont enseignées, par ordre de l'Université, dans les facultés ; on ne le croirait pas, si l'on n'a vu, par ses enfants, à ces semblants d'enseignement.

3° Un élève ne passe à une branche de l'enseignement, qu'après s'être, pour ainsi dire, familiarisé avec l'étude qu'il a parcourue.

4° On proscrive les ré citations de classiques, pauvres livres s'il en fut jamais, comme tous ceux qu'on rédige sans méthode, quand une fois on est inscrit sur les livres des auteurs que l'Université adopte. Aucun puisse apprendre la vérité dans les livres qui la lui démontrera d'une manière évidente : n'exigez de lui que la démonstration.

5° Ouvrez les bibliothèques, les collections

d'histoire naturelle, les laboratoires, etc., à la disposition de tous ceux qui voudront y avoir recours, et aux heures les plus favorables de la journée ; et pour cela introduisez la méthode dans les catalogues, et les catalogues où ils n'existent pas. Sans catalogue, un établissement ne sert à rien qu'au gaspillage.

6° N'introduisez une innovation, une amélioration, une permission dans l'enseignement, qu'après une enquête poursuivie par des hommes compétents librement désignés par tous les intéressés. Ne décidez du sort d'un homme et de sa destination future, que sur sa demande et par la voie d'un concours, dont les juges soient nommés par tous les hommes compétents sur cette spécialité scientifique, dans le ressort de leur juridiction, c'est-à-dire dans le ressort de la localité qui doit en profiter.

7° Remplacez par ces institutions libres et émanant du vote compétent, toutes vos académies, de quelque ordre qu'elles soient, car leur cadre n'est plus en harmonie avec les besoins de l'époque ; ou bien laissez-les fonctionner comme de simples chambres consultatives placées auprès de l'autorité ; comme des conseils d'État à son usage, et dont aucun des membres n'aura droit de siéger parmi vous.

8° Que la multiplicité des places soit effacée à toujours de nos usages, comme la plaie dévorante de notre époque, et l'une des causes de notre démoralisation ; ou bien que l'homme dont l'activité semblera devoir suffire aux exigences de plusieurs occupations, ne reçoive pourtant que les émoluments attachés à une seule.

9° Que le médecin ne soit plus condamné, par sa position, à être un marchand de santé, ni le pharmacien un marchand de remèdes ; mais que l'un et l'autre soient élevés à la dignité de magistrats civils, comme ils le sont à celle d'officiers dans le régime militaire ; que l'État les rétribue par ordre de la hiérarchie, et que la hiérarchie soit l'expression du concours, mais d'un concours non



illusoire et tout à fait indépendant. Que rien ne leur soit refusé de ce qui est nécessaire à leurs études expérimentales et à leur bonheur bien entendu ; mais qu'ils ne perçoivent plus un cadeau même du malade. Le contribuable en effet à qui son impôt confère le droit de respirer un air pur, et de dormir sans crainte d'être spolié, possède au même titre le droit de se faire défendre contre la maladie, qui est si souvent le fait de la société elle-même. Quelques centimes additionnels seraient plus que suffisants pour couvrir les frais nouveaux de ces engagements contractés par l'État, envers les deux classes les plus instruites et les plus dévouées de la société actuelle, et dont les membres, crainte de voir leur science condamnée à mourir de faim, se trouvent forcément réduits aujourd'hui d'en faire marchandise, au grand détriment de leurs études et de la société.

10° Pour simplifier le service, que le séjour des hôpitaux soit anobli par l'opinion publique ; que les hospices deviennent non plus des égouts de la misère, mais des temples de la santé, ouverts à tous ceux qui souffrent, au riche comme au pauvre, de même que les temples de Dieu sont ouverts à tous ceux qui prient. Quand le médecin ne sera plus qu'un magistrat, et le prêtre de ces lieux, le riche ne craindra pas plus de s'y faire soigner à côté du pauvre, qu'il ne craint de comparaître devant le même tribunal civil ou religieux avec ce dernier.

11° Que nulle occupation du ressort de la médecine, de la pharmacie et de la chimie ne soit adjugée qu'en vertu du concours, et jamais sur le simple vouloir du chef d'une administration publique ; que la cité nomme son conseil de salubrité, comme elle nomme ses conseillers municipaux. Que l'accusé puisse choisir ses experts légaux, comme l'instruction choisit les siens ; que le débat s'établisse contradictoirement entre eux ; et que les uns et les autres soient rémunérés au même taux et sur la même casket.

12° Supprimez définitivement les encouragements occultes pour les sciences et les arts.

Que la chambre vote en toutes lettres minativement, les encouragements que qui seront soumis à la publicité des discussions.

13° Laissez la science libre d'écrire ce qu'elle trouvera à s'imprimer ; le mauvais sera bien vite de lui-même, et le bon arrêté par aucun mauvais vouloir. Que leur juge que le public de ce qui est à son intelligence ? Jamais il ne se vendra de mauvais livres, que lorsqu'ils auront porté les mêmes entraves aux bons livres.

14° Qu'en attendant cette réforme dans nos institutions scientifiques, on cède aux réformes de détail. Par exemple, qu'il soit défendu à un juge académique de connaître d'un mémoire appartenant à un auteur, avec lequel, pour nous servir des expressions propres du 8° paragraphe de l'article 378 du Code de procédure civile, *il n'a ni mangé ni bu depuis le commencement du procès, ou dont il aura reçu des propositions*. Qu'il soit interdit à un journaliste de demander un prix, de la commission, sur la liste des membres de laquelle il aura publié des critiques ou louangeurs ; défendu à un membre de l'Académie de faire un rapport sur un journaliste qui aura écrit pour ou contre lui ; et cela en vertu des paragraphes divers de l'article précédent. Que, sous la force de loi, partout où le jugement de quelque ressort qu'il soit, touche, soit directement ou par un autre, aux intérêts nationaux, et se résout en une somme d'argent.

15° Nous omettrons ces annonces de journaux, qui prenaient le nom, à l'usage de l'Académie des sciences, de *rapports verbaux sur un ouvrage imprimé*. Nos sévères décisions ont obtenu, sous ce rapport, une cause ; et une décision formelle prise, il y a huit jours à peine, pour l'avenir cet usage soit définitivement supprimé.

16° Mais qu'à l'égard des rapports

(1) Voyez la préface qui se trouve dans le *Manuel de l'analyse des substances organiques* de Liebig ; publié chez J.-B. Baillière, 1825.

manuscrits, rapports qui sont si  
s annonces par anticipation, il  
t au secrétaire de ne les livrer  
ostille qui suit, sauf modification  
n : « Tout rapport lu en présence  
nie, doit être considéré comme  
de l'opinion particulière de l'aca-  
ui le signe, le seul qui ait connu  
e, et qui en ait analysé la sub-  
présence de soixante-treize juges  
its. » Que les journaux soient in-  
stituer cette épigraphe, en tête  
ces, à celle qui jusqu'ici a si mal-  
ent servi l'agiotage, en ces termes :  
*par l'Académie des sciences.*  
pplique point à l'Académie de mé-  
rien ne s'approuve qu'après une  
discussion ; cependant nous désire-  
re que l'Académie eût le droit de  
er en entier le procès-verbal de la  
n, dans tout journal où l'annonce  
issée, sous le manteau de l'auto-  
mique, d'une manière subreptice  
se. Chose singulière, comme toutes  
aractérisent notre époque de transi-  
plus grands charlatans de la capi-  
et plus les médecins ; et Molière se  
ce aujourd'hui d'aller prendre ses  
eurs. Cette admirable révolution  
œurs médicales est l'œuvre de la  
t de l'association compétente ; rien  
sortira jamais du mutisme officiel  
mies du palais Mazarin ; les hom-  
mérite vrai et d'une réputation ac-  
tent les uns depuis quatorze ans,  
es depuis sept ans, de faire partie  
s, malgré toutes les invitations

qu'on connaît avec quelle voracité nos  
jettent sur une idée qui leur paraît  
plotter, on aura peu de peine à com-  
n l'idée qu'ils déposent dans un pro-  
s la garderaient pour eux, si elle leur  
ute ; et rien ne paraîtra plus comique  
grammes que le pouvoir oblige les  
de solliciter de la part des académies ;  
corbillons qu'on fait circuler devant  
assemblée, en disant à chaque membre :  
nn. — TOME I.

dont on les obsède. Il est des sections telle-  
ment désertées par les hommes spéciaux,  
qu'elles n'y sont plus représentées que par le  
titre, telle que la section d'agriculture, où la  
charrue, sur le refus de ses conducteurs, en  
viendra, passez-nous l'expression, à ne plus  
y pénétrer que par son attelage.

17° Enfin, et en glissant sur une foule de  
réformes de détail qu'il est plus facile de  
prévoir que d'exprimer en périphrase, qu'il  
soit établi qu'un fils, ou gendre d'un mem-  
bre de l'Institut, soit pour ainsi dire dis-  
pensé du service académique, au moins du  
vivant de ses parents.

Nous terminons là pour le présent ; nous  
pressentons combien de colères, ces idées  
rendues avec tous les ménagements possibles,  
vont soulever dans le cercle des intéressés ;  
combien de courses nous allons nécessiter,  
pour conjurer l'orage et prévenir un si grand  
mal ! Mais nous n'avons jamais reculé, nous,  
devant la révélation de vérités utiles, faite la  
main sur la conscience, au grand jour et à  
notre corps défendant. Nous ne dénonçons  
pas les coupables, nous signalons les abus ;  
nous ne demandons à aucun pouvoir, pas  
même à celui qui *contribue*, la ruine de nos  
adversaires ; nous ne voulons pas qu'on en-  
lève une bribe à leurs sinécures, une palme  
à leur illustration ; nous ne leur avons jamais  
demandé une seule chose ; nous n'avons ja-  
mais concouru à un seul prix, parce que nous  
avons reconnu depuis longtemps que ces  
programmes académiques n'avaient jamais  
fait naître une bonne idée (1). J'ai attaqué de  
front le plus grand nombre, car là le plus  
grand nombre est comme dans toute autre

*qu'y met-on ?* Comme si la vérité pouvait être pré-  
vue d'avance ; comme si la route qui y conduit  
était tracée sur une carte ; et comme si les acci-  
dents de voyage pouvaient concorder le moins du  
monde, avec les indications données par un  
homme qui n'a jamais voyagé. La plupart de ces  
questions demanderaient dix ans de séjour au moins  
dans une localité, pour être résolues affirmative-  
ment ou négativement ; et l'on sait que le voy-  
geur pourra à peine y séjourner quelques heu-

agglomération dépendante ; ce n'était certes pas avec la prétention d'aller y marquer ma place, et m'y préparer une majorité. Ceux qui me connaissent savent avec quelle fermeté j'ai toujours répondu *non* à toutes les invitations qu'on est autorisé à me faire, pour me mettre sur les rangs, à toutes les places vacantes ; il y a quatorze ans que je pense comme aujourd'hui. J'ai plus d'honneurs qu'il ne m'en faut pour vivre ; et tout ce qu'on appelle honneurs par delà ce monde, n'est rien moins qu'honneur à mes yeux. J'ai rendu justice à l'éminence du plus petit nombre, et il est bien petit : ce n'était pas faire la cour au plus grand nombre. J'ai bravé tous les puissants de ce corps pendant leur vie, alors que la presse, même la presse libérale, faisait fondre des caractères neufs, pour exprimer son admiration envers la moindre de leurs élucubrations, et que ces hommes étaient les dispensateurs des faveurs de l'université et des faveurs occultes du pouvoir, dont ils avaient parcouru toute la hiérarchie. J'ai dit, du temps de Cuvier, que Cuvier opposant n'aurait été qu'un descripteur ordinaire, parce qu'il aurait été forcé de décrire tout seul et sans préparateurs ; que jamais auteur d'histoire naturelle n'a eu moins de grandes idées que lui, et que jamais auteur d'histoire naturelle n'a plus protégé de fausses idées et de nullités. Orateur, ou plutôt lecteur nasillard et maussade, écrivain sans nerf et sans élévation, descripteur incomplet, et qui, sous ce rapport, a tout laissé à refaire ; rapporteur aux gages de tous les pouvoirs, qui n'approuvait et ne désapprouvait que par ordre ; persécuteur occulte de tous les talents indépendants ; obséquieux jusqu'à terre, même envers un appariteur, la veille du jour où il avait besoin d'arriver jusqu'à l'antichambre ; apposant sa signature au bas de tout ce que voulait sa place, jusqu'au bas des ordonnances dirigées contre ses coreligionnaires, voilà ce que je disais alors, et j'avais en cela au moins le mérite de l'abnégation et du courage ; voilà ce que je répète aujourd'hui, que j'en vois l'image au Panthéon, à côté de Ma-

lesherbes qui resta fidèle à son roi, à côté de Manuel qui resta fidèle à sa cause. Je doute que ceux qu'il a écrasés de ses faveurs se décident aujourd'hui à prendre la plume pour venger sa mémoire. Le temps des Cuvier est passé, il faut trop dépenser pour en faire grâce à Dieu, le type paraît en être épuisé. L'opinion publique, qui ne se règle plus sur l'opinion des journaux, a proscrire définitivement ce genre-là, et le gouvernement lui-même pressent la nécessité de faire droit à l'opinion publique ; nous n'osons pas nous, crainte d'être inquiété, écrire, sur tel ou tel savant officiel, ce que les journaux ministériels impriment aujourd'hui sur leur compte. Le passage suivant emprunte textuellement à l'une de ces feuilles semi-officielles en fera foi :

« Mais entendons-nous, il y a un *savant* et un *savant* ; il ne faut pas confondre le vrai *savant* avec le faux *savant*. Le vrai *savant* est noble et bon, comme tout homme doué d'une grande passion ; la science est pour lui une amante ; il ne voit qu'elle au monde, il vit pour elle, il lui a dédié sa pensée, il en est jaloux...

« Hélas ! il n'en est pas de même du faux *savant* ; comme il n'a que de petites passions, il n'a aussi que de petites idées ; il se fâche avant qu'on ne l'attaque, il est envieux avant le succès ; il est sans cesse sur ses gardes ; sait bien que sa réputation est usurpée, et est toujours inquiet, comme un voleur qui a peur de voir son crime découvert. Il ressemble ainsi à ce qu'étaient autrefois les acquéreurs de *biens nationaux*, qui tremblaient toujours de voir revenir les anciens propriétaires de leurs domaines. Le vrai *savant* travaille nuit et jour assidûment ; le faux *savant*, au contraire, a de longues heures d'oisiveté, car il attend pour travailler un peu les découvertes du vrai *savant* ; il les exploite et passe sa vie à les faire valoir à son profit ; il n'a de la science que l'orgueil ; et, comme tous les usurpateurs, il n'est préoccupé que du soin de se faire des droits ; il intrigue pour toutes les places, il aspire à toutes les



l'assiége toutes les sinécures ; il n'a os qu'il n'ait obtenu la croix ; et a reçue, comme il est certain qu'il bienir en qualité d'officier de ma-diplomate, d'industriel, de peintre, n, de poète, ou même de danseur il est fondé à dire qu'il l'a méritée vant, et cela lui sert à se prouver à qu'il est un savant. Il a besoin sou-n le lui rappelle. Le faux savant ne une illusion sur lui-même, et c'est leur ; c'est ce qui le rend si mé-et qu'il est une plaie profonde que même ne peut nous cacher : notre t l'ignorance est la misère de l'es-

reusement, les faux savants sont lardin des Plantes, et nous n'aurions d'eux, s'ils y étaient seuls à nous ; mais nous l'avouons, ils ont là des s dont la participation nous in-

avons transcrit littéralement ce por-journal qui passe pour l'interprète du ministère : ce journal, c'est la dans son feuillet du 4 novem-

me est donc convenue ; elle est in-utes les branches du pouvoir la ré-sinsi que toutes les classes de la so-puis dix ans nous n'avons cessé de de nos vœux, de la tracer de notre s'en faire les frais avec notre repos fortune ; quand elle arrivera, nous berons pas plus à profiter de ses bien-: nous n'avons consenti à vivre des l'ont motivée ; ou bien nous en pro-m même titre que tout le monde, l'une amélioration morale qui fait tous, parce qu'elle ne nuit à per-

omme rien ne tombe à terre de pise dit sur ce sujet ; voyez comme ont l'œil ouvert sur les révéla-gence ! Quelques lignes du Nou-

veau système de physiologie végétale (1) ont suffi pour qu'il soit enjoint enfin aux membres du Muséum de travailler au catalo-gue de cette propriété, qui, faute de cette formalité si naturelle, n'a jamais, jusqu'à ce jour, été une propriété vraiment nationale, et ne s'est jamais trouvée à l'abri de toute espèce de gaspillage.

Voyez comme une simple phrase jetée dans un *Cours élémentaire d'agriculture*, sur les bienfaits de l'association, fait naître sur tous les points du pays les comices agri-coles (2).

Voyez comme quelques mots sur les sous-criptions universitaires provoquent une déci-sion, peu flatteuse pour MM. les membres du conseil royal de l'université, mais devenue urgente, comme d'abus ; laquelle interdit à ce corps de souscrire désormais aux ouvrages publiés par les dignitaires de l'ordre (mai 1838).

Nous ne nous dissimulons pas qu'il s'atta-che toujours, quoi qu'on fasse, quelque chose d'odieux à l'attaque ; on y froisse toujours quelque intérêt qu'on n'a nulle envie de bles-ser. Que voulez-vous ! c'est l'odieux insépa-rable d'une guerre, même la plus légitime. Le plus à plaindre est quelquefois précisé-ment l'assaillant ; car, s'il ne consultait que son cœur, il jetterait là toutes ses armes. Mais la voix de l'honneur, qui est un sentiment inné, mais la voix de la conviction, qui est une religion innée, mais cette espérance du mieux pour tous, aux dépens du repos de quelques-uns, cette espérance qui cause l'ivresse et fait aimer jusqu'à la mort ; enfin un bras invisible comme une loi, irrésistible comme la nécessité, pousse certains hommes d'une trempe particulière à aller *en avant*, et sans cesse *en avant* ; et ils vont en avant, prenant le ciel à témoin et la lumière du so-leil pour guide.

Et quand on pensera que, pour tenir tête à la bataille, nous n'avons depuis quinze ans qu'un petit bout de plume qui semble s'allon-

(1). Page 226.

(2). Note de la page 6.

ger d'un côté, quand on nous le rogne de l'autre; que nous nous rencontrons sur la brèche deux ou trois, et souvent seul, abandonnés ou trahis; qu'en face de nous s'élèvent des murs d'or et d'airain qu'il nous faut abattre, des associations d'hommes, la visière baissée, qu'il nous faut combattre le front nu et la face découverte, et dont pas un ne tombe qui ne soit aussitôt remplacé; on sera forcé d'avouer que nous ne nous y prenons pas en lâches, et que nous n'avons pour nous ni la supériorité des armes, ni la supériorité du terrain, et que si nous sommes forts, ce ne peut être que de la force des choses.

Nos adversaires ont pour eux la presse de bien des couleurs, la ressource des articles anonymes, celle des cours publics, celle des insinuations répandues à profusion par la voie orale et par celle des administrations. Ils vont partout où nous ne saurions les suivre; ils font quatre cents lieues sur les ailes de la subvention, cherchant des auxiliaires jusque sous les glaces du pôle, et jusque sous les torrents de feu de la zone torride. Qui pourrait croire dans combien de journaux français ou étrangers ils ont le droit officiel de diriger un coup porté dans l'ombre? Ils peuvent savoir d'avance tout ce que nous imprimons, aiguïser leurs armes d'avance, ajuster leurs coups d'avance, préparer leurs moyens de défense, diriger leurs batteries vers le point menacé; et nous trouvons, nous, que tout cela est *naturel*, que tout cela doit être, qu'il est de la nature de l'homme d'user de tous les moyens qui sont à sa disposition. Si contre tout cela nous n'avons qu'un seul moyen, qu'on nous le laisse : s'il est mauvais, il ne saurait résister à tant de coups; s'il est bon, il faut en proclamer la puissance. Nous ne répondons à aucun de leurs articles accueillis avec bienveillance par leurs journaux; nous n'avons pas de l'année usé de notre droit, pour réclamer contre tant et tant de plagats; contre tant et tant d'altérations de textes, contre tant et tant de comptes rendus perfidement rédigés; mais que du

moins il nous soit permis de dire sans entraves, dans chaque préface de nos éditions, que tout cela est coté en certains lieux; qu'importe pourvu que nous ne désignions ni les valeurs ni les titulaires? Si c'est la vérité, nous avons droit de la dire. Si cela ne le paraît pas, qu'on nous permette d'ouvrir une enquête, et les pièces officielles en main, à l'effet de le démontrer à celui des trois pouvoirs qui vote le budget.

Au reste, dans tout ce que nous avons exposé ci-dessus, relativement à la situation des études en France, nous n'avons été ~~ni~~ par aucune considération personnelle, par aucun espoir qui se rapporte à nous, par aucun sentiment de vengeance et de haine particulière. Le sage en toute question ne voit les hommes, que comme le chimiste évalue les atomes : dans leurs masses et non dans leurs unités; un persécuteur, un jaloux, un ennemi n'est pour lui qu'une anomalie, dont il tient compte seulement dans le calcul. Nous n'avons d'autre ami que le vrai; l'amitié d'ici-bas serait sans doute pour nous une consolation bien douce; mais quand on ne peut prétendre qu'à des amitiés onéreuses pour sa propre conscience, ou dangereuses pour le repos d'autrui, on doit préférer vivre sans autres amis que tout le monde. Nous n'avons en perspective que les masses, et avant tout notre patrie, que nous aimons, comme on aime sa nourrice, fût-elle une marâtre; c'est notre France, dont nous avons respiré l'air et la lumière; elle admirable dans sa gloire, noble et intéressante jusque dans ses humiliations, et qui n'a qu'à verser une larme, pour inspirer, même aux mécontents, un amour qui va jusqu'au délire, un enthousiasme qui entraîne à la mort, afin de la faire respecter. Nous avons perdu le droit de nous occuper de ses douleurs politiques; mais nulle loi ne nous interdit de parler de ses institutions scientifiques, de leurs entraves, de leurs abus, de leur démoralisation. Nous avons abordé ce sujet, comme on touche à une plaie, avec un sentiment invincible de dégoût, mais avec la volonté d'y porter remède.

es de famille nous absoudront de la en faveur de l'intention. Nous voulons que leurs enfants pussent recevoir une éducation large et non emmaillottée ; que la jeune fille fût livrée comme elle vient de la nature, et sans alliage, et sans simarre, puisque Dieu l'a faite toute nue, et dans sa seule nudité ; nous souhaitons que leurs études ne soient jamais détournées par le machiavélisme des coteries ; qu'elles soient aussi morales que fortes, aussi libres que libérales ; car il n'est pas d'imposture qui ne soit un mensonge, il n'est pas de terreur qui ne soit une terreur ; nous voulons qu'au sortir des bancs, ils trouvent un bandeau sur les yeux et la conscience, pour prononcer sur la nation qui convient à leur capacité et à leur spécialité ; et des juges en grand nombre, des juges dont le vote ne soit pas au pouvoir d'une ficelle qu'un pouvoir quelconque puisse braver. Nous demandons que le concours, comme les juges du concours, afin que toute espèce de lettre de cachet ne soit pas cas de motiver le choix aux chaires et aux places vacantes ; que le vrai enfin soit le seul régulateur de la conduite des hommes appelés à professer le vrai. Il est des roueries professorales et académi-

ques, voyez-vous, qui ne sont plus de notre siècle, et qu'on ne peut plus se permettre, quand on est enfant du pays. Le jour où elles cesseront, nous promettons de ne plus parler morale, en nous occupant de science ; jusque-là nos livres ne pourraient se dispenser de toucher à la première, pour la préserver des trahisons de la seconde. Quant aux institutions, aux mœurs, aux religions des autres pays, nous déclarons que notre intention n'a jamais été de diriger contre elles la moindre des allusions de notre ouvrage ; nous ne parlons que de ce que nous connaissons ; nous supposons normal tout ce qu'il ne nous est pas donné de connaître ; nous respectons tout ce qui fait le bonheur ou la gloire d'autrui ; et nous ne nous immisçons jamais dans les affaires des autres. Si nos voisins nous consultaient, nous aurions droit de répondre ; mais notre droit actuel est attaché au titre de citoyen de notre pays, et pour le moment nous le sommes encore ; nous avons usé de notre droit, dans les limites de notre droit ; nous permettons aux mille journaux de l'État d'user des leurs par représailles : nous laissons une latitude illimitée sous ce rapport à leur critique et même à leur silence, qui peut avoir le mérite d'une critique à leurs yeux.

20 mai 1838.

---

## COUP D'ŒIL ANALYTIQUE

### SUR LE PLAN ADOPTÉ DANS CETTE DEUXIÈME ÉDITION.

---

A l'époque de la rédaction de notre première édition, ni l'éditeur ni l'auteur ne pouvaient s'attendre au succès qu'a obtenu la publication du *Nouveau système de chimie organique* : nous dûmes nous restreindre à l'étendue d'un seul volume. Le cadre d'un ouvrage longuement médité se prête facilement à tous les formats ; mais il n'en est pas de même du développement des idées ; les idées n'ont jamais l'élasticité et la compressibilité d'un tableau synoptique. Aussi bien des parties de l'ouvrage durent se réduire à leur plus simple énoncé. C'était assez pour les hommes de l'art et les lecteurs bienveillants, c'était trop peu pour le plus grand nombre. Nous avons eu nos coudées plus franches, dans la rédaction de cette nouvelle édition. Trois volumes de près de huit cents pages chacun, et un atlas, nous donnent plus que la permission d'annoncer qu'elle a été entièrement refondue. Le système est absolument le même ; les chapitres seuls ont été augmentés, non-seulement par des développements d'idées, mais même par une masse telle de faits nouveaux, que, sous ce rapport, l'ouvrage pourrait être considéré, non comme une seconde édition, mais comme un nouvel ouvrage. Nos lecteurs pensent bien, en effet, que pendant le laps de temps qui s'est écoulé depuis 1833, nous n'avons pas interrompu le cours des études qui seules font, en tout temps et en tout lieu, le charme de notre vie. Nous espérons donc que notre deuxième édition sera dans le cas de pousser encore plus au progrès que n'avait fait la première. Quant à celle-ci, les chimistes surtout qui ont intérêt à ne pas en parler, seraient en

état de dire la révolution que ces idées avec avidité par le public, ont opérée dans les laboratoires, dans la rédaction des notes, des longs mémoires, et des livres destinés à l'enseignement. Le titre lui-même est devenu celui d'une science tellement distincte, ayant tellement une méthode propre, des principes et des lignes de démarcation distinctes, qu'il fallut en démembrer l'enseignement, celui de la *Chimie médicale et pharmaceutique*, et créer une chaire exprès, sous le nom de *Chaire de chimie organique*. La *chimie microscopique* d'un autre côté comme elle se glisse dans tous les enseignements, n'est pas un professeur de médecine, de chimie appliquée aux arts, de science commerciale et économique, qui ne se soit mis à l'étude des procédés que nous avons longtemps publiés, et qui ne s'occupe de la structure intime des tissus, dans les questions de la dimension même la plus grande de l'intrigue, qui est toujours aux aguets de nouvelles découvertes, pour les exploiter au profit de sa nullité, l'intrigue s'est ruée sur la veine de publicité, comme elle se rue sur ce qui peut mener à la fortune, sans fonds, du côté du temps et du talent. Nous n'aurions pas émis cette réflexion, si nous n'avait pas paru nécessaire, afin de munir le public contre la rouerie de l'illusion, qui se fie sur ce que peu de gens savent, et qui ne savent pas contrôler tout cela. Ce n'est pas sans un certain mouvement d'indignation que nous lisons quelquefois, que le hasard nous l'amène, l'un de ces articles insérés à l'insu du rédacteur principal, en faveur de son incompétence, et dans

son éloge, que lui paye ensuite aux deniers comptants, ou par un sinécure médicale, telle est la position de médecin, dans un lieu où il n'a pas le temps de bien porter, pas le temps de sortir malade.

que le pouvoir cherche à faire ses auteurs, que la nature n'a pas à ses goûts; il n'est pas juste que de la vérité en souffrent, car ce sont ceux du public. Si ces annonces, sur des résultats impossibles, leur jeu, nous serions dans l'obligation de nous expliquer d'une manière explicite. Nous en aurions déjà assez de consultations que le dégoût nous ferait ces infiniment petites charmes-microscope a été définitivement banni du laboratoire et l'amphithéâtre ne pourrait ruiner d'avance tout ce que l'on a droit d'en attendre, que de ce qu'il ne saurait tenir; et si nous ne pouvons pas de voir l'incurie des administrateurs qui en invoque le nom dans les investigations qui intéressent la vie des hommes, nous aurons autant de regret d'avoir doté ce monde de cette nouvelle méthode, que le médecin dut en éprouver, d'avoir subi la position de la vindicte publique, et de l'instrument qui porte son nom; nous sommes sûrs qu'entre certaines mains, ce microscope finirait par devenir mille fois plus meurtrier, c'est-à-dire mille fois plus le complice d'une injuste mort.

Le microscope que nous venons d'élever nous avons pris soin de nous en servir pour la moindre excursion dans la justice temporelle. Nous avons vu que nous n'appartenions à aucun des deux camps; nous n'avons vu devant nous que des misères, des castes, des ennemis, ni amis, ni ennemis, ni

n'avons vu que des êtres, œuvres de la même loi, et, parmi ces êtres, plus spécialement ceux que cette loi nous a donnés pour frères, même ceux qu'un instant de vertige tient encore dans une fausse voie. Pour le mal qu'on nous fait en science, nous n'avons pas l'honneur d'un sacrifice en le pardonnant; il se réduit à fort peu de chose et nous nous en sommes rarement aperçus. Quant au mal que l'on fait au progrès, nous nous sommes peut-être montré un peu inexorable dans le cours de la rédaction, et notre plume y a cédé à certains mouvements d'impatience. Mais comment se défendre de ces sortes d'impressions, quand on se voit condamné à dépouiller un fatras de vraies bêtises, de grosses et belles bêtises, qui vous arrivent sous le frontispice superbement enluminé des *arcana naturæ*! D'autres s'indigneraient: nous en avons ri, et nous défions la gravité la plus magistrale de ne pas en rire avec nous; or une mauvaise plaisanterie qui fait rire est à demi pardonnée; et nous espérons qu'en lisant la suite, notre pardon sera complet.

Dans le cadre général de l'ouvrage, il existe deux parties entièrement neuves: la première et la dernière. Dans la première, nous avons cherché à fournir à nos lecteurs tous les renseignements qui suffisent à l'étude chimique des corps, en grand et sur des petites quantités. Après avoir décrit les instruments du laboratoire et de l'amphithéâtre, et les instruments adaptés à de plus petites proportions, après avoir transporté, selon l'expression que nos travaux ont rendue classique, le laboratoire sur le porte-objet du microscope, nous avons eu soin de fournir à la logique une méthode propre à évaluer les phénomènes et à interpréter les résultats. Cette partie est ainsi le développement, accompagné de figures, des leçons publiques qu'on ne nous a pas toujours empêché d'exposer, sur le nouvel art d'observer et de manipuler au microscope. On y

voit la description d'un nouvel instrument de ce genre, accompagnée de figures

détaillées, dessinées avec le plus grand soin sur l'instrument lui-même.

La quatrième et dernière partie nous semble appelée à d'aussi heureuses destinées que le nouveau système lui-même; c'est une clef de voûte, où toutes les sciences envoient un arceau; et, comme toutes les clefs de voûte, elle tient peu de place et se réduit à de très-faibles dimensions. Nous ne saurions exprimer l'indicible impression que produisit sur notre esprit la première apparition d'une explication, d'où nous voyions successivement découler tant de choses, avec le secours de si peu d'expressions. Il est possible que cette impression soit un jour

communicative et que nos lecteurs n'en soient pas à l'abri; mais ce qui nous paraît certain, c'est que la science en retirera quelques avantages, et que notre pressentiment n'aura pas été la simple illusion d'une jouissance intellectuelle. L'unité de la nature nous paraît être cachée quelque part par là.

C'est dans ces dispositions d'esprit que nous livrons notre livre, avec confiance au public, sans crainte à la critique, et qu'après une année tout entière consacrée presque nuit et jour à la publication, nous déposons la plume, pour nous remettre à l'étude et au travail.

# NOUVEAU SYSTÈME

DE

# CHIMIE ORGANIQUE.

## NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

### SCIENCE, UNE SCIENCE (\*).

La spontanéité de la langue vulgaire, le remarque un je ne sais quel pressentiment, qui fait qu'à l'instant où une chose se révèle, le mot qui s'adapte le mieux à la nouvelle définition se trouve être précisément le mot le plus communément employé. Or, les expressions d'une langue quelconque, expressions créées toutes d'inspiration et de premier jet, souvent incomplètes et souvent jamais absurdes ou impliquant une contradiction, et jamais réellement impropres; mais ne s'offrent pas toujours, on nous l'accorde, et, en fait, les expressions si pénibles créées par les lettrés, au moyen des radiations d'une langue morte. Or, l'idée que le vulgaire est la base faite de nos études, en employant le mot SCIENCE en général, et LES SCIENCES en particulier, est diamétralement opposée à celle que les savants semblent avoir conçue, sans trop de raison, et dont l'organisation de toutes les notions scientifiques est la formule et la plus fidèle; et en ceci, comme en toutes les autres choses, n'en déplaise aux savants, ce sont les ignorants qui ont raison. C'est cette multitude de cadres, que les savants ont tracés aux diverses professions, ce nombre infini de buts éparpillés dans le domaine de l'intelligence que se propose de traiter le cours de cet ouvrage, les chiffres entre crochets aux alinéas.

18. — TOME I.

proposent d'atteindre les innombrables rivalités, on serait tenté de croire que la nature est moins une unité qu'une espèce de mosaïque, dont chaque compartiment renfermerait une loi, et dont chaque loi enfanterait un nouveau règne, qui n'aurait d'autre rapport avec le règne voisin qu'un point de contact dans l'espace. Divinité multiforme, la nature aurait un théâtre plutôt qu'un temple; et, sur le seuil de ce sanctuaire à tiroir, elle dirait aux visiteurs: « A quelle nature désirez-vous parler? à la nature chimiste, ou à la nature naturaliste? ou à la nature chirurgicale et médicale? ou à la nature pharmaceutique? ou bien, enfin, à l'astronome, à la physicienne, à la géographe? » Et, selon la réponse de l'adepte, elle irait prendre une autre robe et changer de décoration; puis elle distribuerait des cartes d'entrée et ensuite des diplômes de couleur différente, selon les demandes; elle assignerait des fonctions et des rangs, elle conférerait des grades; elle imposerait des devoirs et accorderait des droits, de manière à pouvoir couronner tous les genres d'intrigue, et satisfaire tous les genres de capacité.

2. Ce n'est point ici une allégorie; c'est la traduction la plus fidèle du plan actuel de nos études, ou plutôt du programme que les siècles de la scolastique ont transmis sans interruption à notre époque, qui s'est bien gardée de déroger à ce genre d'illustration. Nous avons des instituts divisés en compartiments, dans chaque case desquels viennent se serrer cinq à six doctes, qui ne touchent



leurs voisins que par les coudes, et qui se gardent bien de s'aboucher avec eux. Si l'un d'eux venait à entrevoir une vérité qui ne soit pas de sa classe, cette vérité n'en serait pas une, elle manquerait de lettres de naturalisation. Il y a à peine dix ans que le zoologiste n'aurait pas osé aller chercher un rapport dans le règne de la botanique, que le botaniste se serait bien gardé de relever la tête jusqu'à jeter les yeux dans le règne zoologique, et que l'un et l'autre se seraient empressés de renvoyer au chimiste une idée qui aurait eu besoin de passer au creuset; et encore aujourd'hui, la vieille habitude reprend son empire, car le cadre de nos institutions n'a pas été réformé à mesure que les idées se sont rectifiées. Cela tient surtout à ce que ces divers compartiments sont des professions, que ces professions sont des métiers, et que les empiétements sont, de la sorte, des spoliations et des atteintes portées à la propriété. Avisez-vous encore aujourd'hui de trouver une vérité pharmaceutique sans être pharmacien titré, ou une vérité médicale sans avoir passé vos examens et soutenu une thèse, et votre vérité sera arrêtée au passage comme un objet de contrebande; que si elle vient à franchir l'obstacle, elle ne se montrera certainement au grand jour qu'après avoir pris la livrée d'une capacité titrée; alors seulement elle se trouvera légitimée et de bon aloi; elle aura cours sur la place savante.

3. Si nous avons l'air de faire, en tout ceci, une mauvaise plaisanterie, qu'on ne s'en prenne pas à nous, mais à la tournure vraiment plaisante du sujet qui passe sous notre plume; nous ne sommes que des fidèles traducteurs. N'avons-nous pas vu certaines découvertes présentées à la sanction de la plus savante académie du monde (pour parler le langage académique), ballottées d'une section à une autre, la section de botanique prétendant que le fait soumis à son examen était de la physiologie, la fraction physiologique assurant que c'était de la chimie, la section de chimie se retranchant sur ce que l'objet était du règne végétal, et que, pour le trouver, il fallait avoir recours à l'anatomie; en sorte qu'en définitive il ne restait plus à la découverte que de s'adresser à l'opinion publique, vu que cette vérité n'était du ressort d'aucune science en habit brodé. Il est juste de faire observer que, dès que la vérité se trouve reconnue par l'opinion publique, chaque section se hâte d'en prendre un lambeau pour son compte et sa propriété; le puits de la vérité ne saurait être que dans le domaine de la science, la science n'est que là où se trouvent les savants, la vérité ne

peut être assimilée qu'à un trésor enfoui sur leurs terres et qui leur revient en toute propriété, même lorsqu'il aurait été trouvé par un autre (\*).

4. Eh bien! le peuple, avec sa raison innée et sa prescience instinctive, a connu la nature mieux que nos savants de profession; dans sa langue, il a admis les sciences, pour désigner les diverses applications de notre esprit à des objets déterminés, comme tout autant de recherches spéciales dans les coins d'un champ que notre vue ne saurait embrasser dans son ensemble; mais en même temps, et comme correctif à l'inexactitude forcée de ce mot de convention, sa langue a admis l'expression générale et abstraite de *la science*, tout immense comme la nature par rapport à nous, mais simple en lui-même; grande unité qui n'est susceptible d'être mesurée que successivement et par ses diverses faces, et qui, dans l'état actuel de nos connaissances, ne saurait prendre un caractère distinct et recevoir une dénomination spéciale que dans les détails; loi féconde, qui ne nous semble multiple qu'en changeant d'objet; toujours la même alors qu'elle nous semble offrir les plus grandes différences; soit qu'elle fasse mouvoir les planètes autour du soleil, le soleil autour d'autres mondes; soit qu'elle attire les molécules de silice autour d'un centre d'agatation; soit qu'elle associe le carbone et l'eau en organes, et les organes en individus; étincelle créatrice qui rayonne, en se subdivisant, par d'innombrables et d'incessantes dichotomies, dont nous nous contentons de noter çà et là les rameaux, faute de pouvoir les suivre, en remontant jusqu'à leur point de départ, jusqu'à leur unité; et de ces subdivisions nous nous empressons de faire autant de lois générales, que nous emprisonnons dans tout autant de temples particuliers: lois astronomiques dans l'observatoire, lois chimiques dans le laboratoire, forces vitales dans l'amphithéâtre de dissection, lois intellectuelles à la Sorbonne, lois dynamiques dans la chaudière à vapeur; parce que, faibles mortels, là où est notre trésor, là est toute notre âme; que nous ne concevons pas qu'elle ait droit d'être ailleurs, et qu'elle ait été créée du même souffle que telle autre.

5. Quant à nous, nous proclamons, en débutant, le renversement de toutes ces classifications, qui donnent à la science les allures d'un vaste budget, où tout s'estime au marc le franc, où tout se dis-

(\*) Ce qui est contre l'esprit de la loi romaine, reproduite par l'art. 716 du Code civil, qui veut que la moitié, dans ce cas, en revienne à celui qui le trouve.



ne dans un cadastre, et se numérote du premier occupant, selon la loi qui délimitations des domaines; nous proposons la science qui s'impose des limites est fautive, et d'autant plus fautive qu'elle est plus de ces limites de convention; nous disons que le plus sot n'est pas le plus ignorant, mais le plus exclusif; que l'ignorant est capable, en se laissant guider par sa raison, de découvrir des vérités nouvelles, soit en théorie, soit en pratique, et de faire faire un pas de plus à la science, tandis que l'exclusif, alors même qu'il connaît les détails de la science qui rentre dans ses attributions, n'est capable que d'en arrêter le progrès ou de la faire rétrograder.

Proposons en principe l'unité de la science; sachant la nécessité de l'étudier successivement par ses diverses faces, nous ne perdons pas de vue que nulle étude ne saurait être exclusive, si elle s'isole à toujours des autres. Au point de départ, et si l'esprit, se laissant exclusivement par le point qu'il fixe, ne se tourne pas à autre, son observation vers le point fixe, où doit se trouver le secret de toutes les anomalies, et la solution de toutes les questions qui blessent nos regards.

Que les lois qui se prêtent si bien aux diverses et variables divisions de nos livres, pour ainsi dire les unes sur les autres, soient plus que comme des phénomènes et une unique loi; et que notre conception, au lieu de tout ce dont s'appauvrira la méthode, embrasse l'infini du point de vue, il n'y aura alors qu'une seule et unique loi. Les titres inscrits en tête de chacun des livres, au lieu de l'arbre encyclopédique actuel, soient conservés que comme les monuments de la marche progressive de l'entendement.

Il nous semble peut-être plus près de cette époque que nous ne le sommes; peut-être il n'existe entre elle et nous qu'un simple mur de séparation, qui ne tarde pas à tomber, que d'être ébranlé par une révolution.

Qu'il en soit, et tout en respectant profondément les délimitations scolastiques, comme nous le faisons, qui rendent le travail plus facile, nous ne cessons pas de consacrer nos efforts à l'astronomie, les autres à la physique, ceux-ci à la chimie, ceux-là à la physiologie, et enfin à l'étude théorique et pratique de toutes les sciences; tout en nous distribuant enfin dans le domaine des sciences, ne cessons ja-

mais d'avoir présent à l'esprit le point où elles convergent toutes, c'est-à-dire la source d'où elles émanent, LA SCIENCE, qui est unique comme la nature. Toute voie que vous suivrez en détournant les yeux à droite ou à gauche de ce but, vous mènera à l'absurde.

8. Les SCIENCES sont tout autant de moyens d'investigation : la SCIENCE en est le problème; les SCIENCES sont des appareils dont la SCIENCE est le mobile.

9. Non pas qu'avant de commencer la moindre investigation, force soit à nous de posséder par cœur et mot à mot toutes les sciences, telles qu'elles se trouvent actuellement formulées dans nos livres; la vie d'un seul homme ne suffirait pas à réunir, sous ce rapport, le savoir de tant d'hommes en particulier. Mais, en s'adonnant exclusivement à l'une des branches des connaissances humaines, il faut préalablement s'être, pour ainsi dire, orienté dans chacune des autres, de manière à pouvoir découvrir les analogies du phénomène que l'on étudie avec les divers phénomènes étudiés par d'autres avant nous, ou avec le même phénomène envisagé ailleurs sous un autre rapport; il est plus que jamais indispensable de savoir un peu de tout, pour arriver à bien connaître une seule chose; car n'étudier un objet que par une face, c'est ne lui en supposer aucune autre, ce qui est absurde, ou c'est n'attacher de l'importance qu'à une seule, ce qui est inconséquent.

10. Nous avons inscrit ce principe, qui résume toute la méthode, en tête d'un livre où nous nous proposons de ne traiter qu'une minime fraction de nos connaissances, décidé que nous sommes à en faire la plus large application; nous nous adressons à des lecteurs que nous avons habitués, de longue main, au scandale d'une pareille audace. Que le savoir titré crie aux barbares et à la loi agraire, notre invasion est légitimée; l'opinion publique nous a absous. Nous ferons donc un appel à toutes les sciences, dans le but d'expliquer les phénomènes d'une seule; et, si quelque chose trahit nos efforts, qu'on n'en accuse ni notre hardiesse ni notre patience, mais seulement notre position.

#### LA CHIMIE.

11. La chimie est la science qui a, 1° pour objet analytique, de reconnaître et le nombre des éléments qui entrent dans la composition d'un corps, et le mode selon lequel ils y sont associés; 2° pour objet synthétique, d'énumérer les éléments qui

existent dans la nature, et de formuler la théorie de leurs innombrables combinaisons. Un corps élémentaire est celui aux molécules duquel s'arrête la puissance de décomposition que nous possédons dans l'état actuel de la science. Dans la liste de ces corps élémentaires ou corps simples, nous devons voir des limites que nous ne saurions franchir actuellement; mais seulement des limites et non le terme de l'investigation. Jusqu'aux grandes découvertes de Priestley et Lavoisier, il était tout aussi rationnel de considérer l'eau et l'air comme des éléments, qu'il l'est aujourd'hui de donner le même titre aux cinquante-quatre corps simples de la liste arrêtée en la présente année.

12. Dans l'application, il s'en faut de beaucoup que la chimie trouve en elle-même toutes les ressources nécessaires à ses investigations; il n'est pas, au contraire, une seule opération, si peu compliquée qu'on la suppose, pour laquelle elle ne se voie forcée de faire d'assez nombreuses excursions dans le domaine des sciences qui se proposent un tout autre objet. Elle emprunte à la physique les moyens d'évaluer l'intensité de la chaleur absorbée ou dégagée, la densité, le volume, la polarité, les caractères extérieurs des corps; à la cristallographie son goniomètre, à la géologie ses gisements, à la géographie ses renseignements, à la physiologie ses expériences, à l'anatomie son scalpel, à l'astronomie elle-même ses analogies. Elle manipule, si je puis m'exprimer ainsi, pour toutes les autres sciences; mais aussi elle s'éclaire au flambeau de toutes à la fois.

13. Dans le cours de toutes ces investigations, le chimiste a, en quelque sorte, quatre conditions à remplir: il opère et manipule; il raisonne et classe les résultats de l'opération; il cherche à découvrir et la loi d'où ils découlent, et enfin les rapports de

cette loi avec les lois diverses qui régissent l'univers.

14. Nous venons de tracer les grandes lignes du présent ouvrage; il aura quatre parties principales:

Dans la première, nous décrirons les appareils et les manipulations, nous indiquerons les procédés, nous en évaluerons les avantages et les inconvénients. (CHIMIE EXPÉRIMENTALE.)

Dans la deuxième, nous soumettrons à l'épreuve du raisonnement les phénomènes des opérations; nous tracerons la marche de la méthode qui paraît la plus capable d'imprimer une impulsion féconde à la science d'aujourd'hui, et nous nous occuperons de l'application immédiate à chaque cas particulier. (SYSTÈME OU CHIMIE DESCRIPTIVE.)

Dans la troisième, nous aurons recours à l'induction, pour arriver jusqu'à la profonde loi générale qui préside à la filiation de tous les phénomènes. (THÉORIE OU CHIMIE RATIONNELLE CONJECTURALE.)

Dans la quatrième enfin, agrandissant le cercle de l'induction, et franchissant les limites des études spéciales, nous examinerons les rapports des phénomènes chimiques avec ceux de la physique universelle; nous essayerons d'en entrevoir l'unité, à travers le voile dont la faiblesse de notre organisation recouvre notre vue; chercherons à surprendre en nous le secret dont nous sommes les œuvres, persuadés que la loi commune dont nous sommes les enfants, ne doit pas être découverte de nous-mêmes, et que, si la nature est un immense cercle, chaque chose se trouve au centre d'un égal rayon. (ANALOGIE OU CHIMIE GÉNÉRALE.)

*Audaces fortuna juvat.*

---

# PREMIÈRE PARTIE.

---

## MANIPULATIONS OU CHIMIE EXPÉRIMENTALE.

---

15. On doit entendre par le mot de *manipulation* (\*) cette période de l'observation, qui réclame spécialement le concours d'un travail mécanique, qui semble se réduire à la simple opération des mains. L'intelligence, qui devine l'existence ou suppose la possibilité d'un phénomène, a besoin, pour le mettre en évidence, de l'isoler des autres phénomènes déjà appréciés, dont le nombre serait capable de le soustraire à notre vue, en se combinant avec lui; elle cherche à réaliser ce résultat par la combinaison des appareils que l'expérience acquise a déjà mis à sa disposition, ou elle crée de nouveaux. La manipulation n'est donc seulement une opération manuelle et presque mécanique; elle a ses analogies, de même que l'observation; ses calculs, de même que l'expérience; son génie, de même que l'induction; et tout un appareil construit avec art est toute une découverte.

L'art du manipulateur consiste principalement à prévoir tous les accidents; à tenir compte de toutes les circonstances; à ne faire entrer, dans la construction d'un appareil, que les pièces et les instruments strictement nécessaires; à n'opérer qu'avec des quantités suffisantes; à supprimer tout ce qui est de trop et tout ce qui est inutile; d'une expérience étant en raison inverse des masses employées, et la précision des résultats étant en raison inverse de la complication des appareils. On ne doit pas s'appliquer à aller vite, mais à opérer juste; il n'y a pas d'expérience aussi rapidement que la méthode. La manipulation a d'avance calculé, dis-

posé, évalué, coordonné, l'expérience n'a plus qu'une étincelle à mettre pour obtenir un résultat; et, dans ce sens, il est vrai de dire que celui qui a commencé a déjà fait la moitié de l'ouvrage.

17. Le manipulateur ne doit pas consacrer son temps à construire des instruments qu'il peut trouver à meilleur marché dans le commerce; mais aussi, lorsque sa fortune lui refuse les moyens de se les procurer, ou que les instruments ordinaires ne s'adaptent pas aux procédés qu'une idée nouvelle vient de lui indiquer, il ne doit point se décourager, en n'ayant recours qu'à lui-même; la patience de l'esprit fait jaillir d'un rien quelque chose; *elle sait faire un trou avec une scie, et scier avec une vrille*, selon l'expression de Franklin. Que de fois, après avoir maudit sa pauvreté, et désespéré, faute d'argent, du succès d'une tentative, n'est-il pas arrivé à l'homme de travail de concevoir un appareil préférable, par sa simplicité, aux appareils plus riches, et dont une obole acquittait le prix! *Aurea paupertas!*

18. L'ordre que suit la manipulation est subordonné à celui que s'impose l'expérience spéciale dans la marche de ses investigations; mais il tourne dans un cercle tracé d'avance par la nature de la science, dans les attributions de laquelle est posé le problème à résoudre. Le but de la chimie étant d'isoler les substances élémentaires, qui rentrent dans la structure d'un corps, le nombre et la nature des manipulations sont déterminés par le nombre et la nature des procédés que l'expérience a mis à notre disposition, soit pour obtenir séparément un corps quelconque d'une masse donnée, soit afin d'éliminer, de l'étude à laquelle nous devons le soumettre, les diverses circonstances qui sont étrangères à son individualité. Pour arriver à ces résultats, la chimie divise mécaniquement

\*, barbarisme des alchimistes, qui dérive de l'italien *manipolo*, que l'on peut saisir de la main, et qui signifie la main.

## PREMIÈRE PARTIE.

ment, dissout, évalue approximativement par les réactions réciproques, distille, précipite, élimine ou décompose par le feu, et, enfin, confirme par la démonstration calculée ou raisonnée; pour exécuter chacune de ces opérations principales, elle fait usage de procédés divers et emploie des instruments et des ustensiles de diverses formes et de diverses dimensions, selon les quantités de substances qu'elle soumet à son analyse théorique ou les quantités de produits qu'elle se propose d'obtenir dans l'intérêt du laboratoire. Elle opère en grand, et elle opère en petit; et, en fait de procédés en petit, elle n'a d'autres limites que celles de notre vue; elle sait alors établir son laboratoire sur la table du cabinet, que dis-je, sur le porte-objet du microscope, n'ayant d'autre fourneau qu'une lampe à esprit-de-vin, d'autre alambic qu'un tube de verre, d'autre récipient qu'un verre de montre, et elle arrive souvent à de grands résultats avec ces appareils microscopiques.

19. Nous partagerons, en conséquence, la première partie en deux sections, l'une **CO** **AUX OPÉRATIONS EN GRAND**, et l'autre **AUX** **TIONS EN PETIT**; et chacune d'elles en **h** **pitres** destinés à développer les procédés decrire les instruments que réclament opérations principales de la chimie, énumérées : *division mécanique, solution approximative, précipitation, distillation, décomposition*.

20. Quoique, dans cette première, nous n'ayons pas à nous prononcer sur la nature, et que nous règnes de la nature, et que nous comme si la chimie était une et identique cependant, en décrivant les procédés, nous devons nous appesantir sur ceux qui rentrent dans les divisions du présent ouvrage, dans le **CHIMIE ORGANIQUE**.

## PREMIÈRE SECTION.

### OPÉRATIONS EN GRAND.

La chimie opère en grand dans les *hauts fourneaux*, dans les *mines*, dans les *manufactures*, dans les *ateliers* et dans le *laboratoire*. Nous entendons par chimie la science qui, par ses procédés, combine une expérience, évalue les résultats, et coordonne toutes ses opérations en système. Car elle est industrielle, agricole et domestique, elle est de la chimie, mais sans le savoir.

Les dimensions du *laboratoire*, qui est de la science, varient depuis la voûte de théâtre jusqu'à l'espace d'un modeste cabinet. La table de la cheminée peut servir de table, une petite hotte en tôle porte les vases, le tuyau de la cheminée, par une ouverture que l'on pratique dans le manteau; un banc mobile suffit à toutes les expériences. On doit ensuite modifier son appareil selon ses besoins et ses ressources.

## CHAPITRE PREMIER.

### DIVISION MÉCANIQUE.

La première opération d'une expérience chimique consiste à dépouiller le corps soumis à l'analyse, de toutes les substances qui sont susceptibles d'en être séparées par des moyens mécaniques; dans une expérience où l'on se propose d'étudier une substance de celles qui lui sont associées, il serait absurde de ne pas commencer par les séparer de celles qui ne font que lui adhérer plus ou moins fortement.

On lave le corps d'abord à l'eau commune, l'agitation de l'eau suffit pour détacher les impuretés insolubles de sa surface; ensuite à l'eau distillée, lorsque ces impuretés sont solubles et

qu'on se propose d'étudier le corps à l'état de la plus grande pureté. On réitère les lavages, jusqu'à ce que l'eau n'enlève plus rien d'appréciable à la vue ou aux réactifs. On aiguise l'eau de lavage avec un acide (acide nitrique surtout), avec un alcali ou tout autre réactif capable de dissoudre la substance étrangère, sans attaquer le corps que l'on a en vue d'observer. On a recours à l'action de la brosse, lorsque l'adhérence des deux substances résiste aux moyens précédents.

La poussière, la fumée avec ses sels et son huile empyreumatique, les exhalaisons avec leurs sels ammoniacaux, recouvrent tout ce qui gît, vit ou végète au contact de l'air; la terre s'incruste sur la surface d'un minéral extrait du sol ou de la racine des plantes, et pénètre assez avant dans les inégalités plus ou moins profondes de la surface: dans ce dernier cas, il est nécessaire de râper, de limer, d'écorcer, de tailler, de couper, et de vérifier à la loupe le résultat de tant de soins.

25. Une fois le corps obtenu à l'état de la plus grande pureté qu'il est possible d'atteindre par la voie mécanique, on s'applique à le morceler et le diviser aussi menu que le permettront le temps et les instruments dont on peut disposer, afin de multiplier les points de contact du corps avec les réactifs, en multipliant ses surfaces, et d'opérer ainsi sur une plus grande masse dans un temps donné. On se sert, selon les circonstances, des appareils suivants:

1° CISAILLES. Gros ciseaux à manches de tenaille, à lames épaisses et courtes, destinés à couper par fragments les lames ou les cylindres d'un métal.

2° SERPENTE. Couteau à lame courbe en dedans, destiné à trancher nettement une tige d'un faible diamètre, sans altérer la partie vivante que l'on désire ménager.

3° SÉCATEUR. Espèce de cisaille propre à couper les grosses tiges, en ménageant le bourgeon qui se trouve immédiatement au-dessous de la tranche. Cet instrument ingénieux ne diffère de la cisaille qu'en ce qu'une de ses branches est aplatie

et se courbe par le plat, de manière à embrasser la tige sur une certaine longueur, et que la lame sécante est ovale, en sorte que le tranchant vient s'adapter, après avoir décrit sa révolution, sur la concavité de la branche courbe. On a soin de donner pour point d'appui, à la branche courbe, la portion de la tige en face de laquelle se trouve le bourgeon qu'on désire ne pas endommager, en sorte que la pression exercée par le tranchant se porte ainsi sur la portion de la tige opposée.

4° **SCIE.** lame dont le tranchant est divisé en dents aiguës égales, qui affectent divers angles et diverses directions; elle se place au bout d'un simple manche, ou est tendue, en se fixant par ses deux bouts, dans des traverses en bois que l'on fait pivoter sur un montant, par la torsion d'une corde qui s'attache à leurs deux extrémités opposées à la lame.

5° Les **HACHE-PAILLE** et les **COUPE-RACINES** sont des instruments indispensables dans les expériences industrielles, mais que l'on remplace par l'action du couteau à la main, dans les expériences du laboratoire. Ce sont des instruments qui servent à diviser, aussi menu que possible, et dans le moins de temps, les tiges et les racines que l'on se propose de faire macérer. Le mérite de ces sortes d'instruments ne consiste pas tant dans la célérité des résultats que dans la finesse et l'exiguïté des tranches obtenues. Leur but étant de mettre à nu la plus grande masse d'organes presque tous microscopiques, un instrument de ce genre, qui fonctionnerait avec le double de finesse et avec le double de la lenteur d'un autre, pourrait être considéré, en dernier résultat, comme fonctionnant cent fois plus vite que celui-ci.

6° Sous ce dernier point de vue, aucun instrument n'est supérieur à la râpe, espèce de crible en tôle ou en fer-blanc, aux grands trous duquel on laisse toutes les bavures produites par l'emporte-pièce; ce sont ces aspérités ou bavures qui font l'office des dents d'une scie et qui déchirent les organes de manière à mettre à nu leur contenu. On donne à la feuille de tôle la forme d'un demi-cylindre, dont on fixe les bords sur une planchette; et, pour les opérations en grand, on en forme des cylindres que l'on fait tourner sur leur axe. L'action de la presse ne saurait jamais reproduire les résultats de la râpe; la pression mêle plus intimement les substances hétérogènes que ne fait la râpe, et elle emprisonne pour ainsi dire, par le tassement, la substance que la dent de la râpe met à nu. Il appartient à l'anatomiste et au physiologiste d'éclairer, dans chaque opération, l'industriel,

sur la préférence de l'un ou de l'autre mode de division mécanique.

7° Les substances dont la dureté résiste à la puissance de la pression ou à la dent de la lime on les divise par l'action de la lime ou par l'action d'un instrument contondant.

La **LIME** est une tige, un carrelet, une tige aplatie ou plano-convexe d'acier très-dur, dont la surface est couverte de dents de diverses formes et de diverses dimensions et diversement espacées. On nomme **rapes** les LIMES dont les dents ont les plus grandes dimensions; **QUEUES DE RAT**, les LIMES rondes et en cônes allongés; **TROIS-QUARTS**, les LIMES triangulaires; **LIMES DEMI-RONDES**, les LIMES à une surface plane et une surface convexe. Les limes rondes servent spécialement à trouer des bouchons, pour donner passage ou aux tubes de verre ou au goulot des allonges et cornues. Les limes trois-quarts servent à couper les fils métalliques ou les tubes de verre, au moyen d'une entaille.

8° **APPAREILS DE PULVÉRISATION.** On emploie ces substances organiques trop dures ou trop élastiques pour être râpées. On broie les substances indurcissables qu'il serait trop long de réduire en poudre par la lime.

La **MEULE** est une roue horizontale en pierre qui broie les substances, en tournant sur son axe à une plus ou moins grande distance d'une roue immobile, qu'on appelle *meule dormante*.

Les instruments contondants employés dans les usines varient de forme et de dimension, mais ils sont tous adaptés à l'exigent les besoins de la manipulation.

Dans les laboratoires, on remplace l'un de ces trois genres d'appareils par les **MOLETTES**, les **MOULETS** et les **MORTIERS**.

9° La **MOLETTE** est un cône de marbre qui se promène à la main par sa base, sur une table de marbre, dont la surface est recouverte de la poudre sèche ou humide que l'on désire broyer, pourvu qu'elle soit moins dure que le marbre et non susceptible de l'attaquer; on ne broie jamais à la molette une substance acide.

10° Le **MARTEAU**, employé fréquemment dans le laboratoire, est un instrument indispensable dans les excursions minéralogiques. Il se tient d'un côté par une tête plate, et de l'autre par une pointe: l'une et l'autre en excellent acier. On le fabrique avec des manches en fer creux, dans l'intérieur desquels se loge un ciseau. La *pointe* sert à creuser, le *ciseau* à détacher, la *tête* à pulvériser.

11° Pour éviter la perte de substance, et le choc des instruments contondants tend toujours à éparpiller, on emploie les **MORTIERS**. Le m



n instrument pulvérisateur, dont la molette n *pilon*, et la table un vase creusé en segment hère. Les uns servent à *piler*; les autres, : substance trop fragile, servent à *broyer*. premiers sont en fonte, *mortier* et *pilon*, ou le *mortier* en marbre et le *pilon* en bois, et employés aux pulvérisations grossières, mais ment dans les ateliers. Les autres instruments e genre sont en *verre* (pl. 1, fig. 28), en *porine*, en *agate* (fig. 29) ou en *porphyre*. Les tiers en verre et en porcelaine sont les moins s, mais aussi ils sont plus fragiles et plus ables; il est peu de substances qui ne les rayent; cependant ils suffisent à la pulvérisation de es les substances qui se laissent entamer par utoeau, des sels en général et des substances miques; le pilon (*p*) en est arrondi en un seg- it de sphère d'un moindre diamètre que celle laquelle a été moulé le fond du mortier; l'ex- silité contondante en est presque sphérique; e forme prévient les chocs trop brusques con- les parois du mortier; l'anse qui forme le pour- du vase est munie d'une rigole (*r*) qui sert à er les liquides, sans s'exposer à déborder; s les laboratoires de cabinet, on doit préférer t de la plus petite dimension. Les mortiers en *phyre* sont susceptibles de s'écailler; ceux en *entine*, attaquables par les acides et rayés par cristaux, ne servent bien qu'aux mixtures rmaceutiques. Les mortiers en *agate* (fig. 29), ontraire, sont indispensables, lorsqu'il s'agit royer des minéraux; on les prend en général rès-petite dimension, parce que, sous cette e, ils suffisent aux analyses exactes et coûtent ns cher. Le *pilon* et le fond de ces mortiers ecorrodés sur le même segment de sphère, et paroies internes forment un angle obtus avec nd; le pilon broie ainsi la substance par un vement circulaire. On recouvre quelquefois les tiers d'une peau ou d'une toile, que l'on fixe ecôté autour de l'anse du vase, et de l'autre au che du pilon, afin de prévenir les pertes de stance.

## CHAPITRE II.

### SOLUTION ET DISSOLUTION.

1. Les liquides ont la propriété de diviser, par simple contact, certains corps, en s'en asso-

ciant, pour ainsi dire, jusqu'aux dernières molé- cules. Cette association intime est une espèce d'assimilation, qui ajoute à la densité du dissolvant sans presque rien changer, en apparence, à la fluidité du liquide. Tous les corps de nature solide à une basse température deviennent liquides à une température plus ou moins élevée. Nous don- nons le nom de liquéfaction au passage de l'état solide à l'état liquide. Nous appelons *liquides* ceux dont la liquéfaction a lieu à la température atmosphérique, et *fusibles* ceux dont la liquéf- ac- tion n'a lieu qu'à une température plus élevée. Tout corps en fusion est capable d'opérer une so- lution. La solution des métaux les uns dans les autres se nomme *alliage*, lorsque par le refroidis- sement la masse a repris la forme solide.

27. Il suit de là que toute solution qui ternit la limpidité du dissolvant, qui en rend l'aspect louche et laiteux, indique une suspension de molécules divisées, mais non dissoutes, plutôt qu'une réelle dissolution; aussi, au moindre repos ou à un cer- tain degré de refroidissement, il s'opère un précipi- té, et le dissolvant reprend son aspect limpide et diaphane. L'emploi du microscope est éminem- ment propre à constater le fait avant toute espèce de précipitation; on distingue, en effet, les molé- cules suspendues dans le liquide, avec les formes qui caractérisent les corps solides, que nous voyons flotter, à l'œil nu, à la surface de l'eau ou de tout autre liquide. Mais la puissance grossis- sante du microscope a ses limites comme la puis- sance de la vue simple; il doit exister des molé- cules si petites qu'elles échappent autant à ce moyen d'investigation qu'à l'autre. L'analogie doit suppléer dans ce cas à nos appareils, et nous indiquer une suspension dans toute coloration dont les molécules échappent au microscope. Tout ce qui trouble en effet la transparence d'un liquide incolore, ne s'est certainement pas assimilé à lui.

Le *dissolvant* prend encore le nom de *mens- true*.

28. On a cherché à établir après coup une distinction entre les deux expressions dont la lan- gue se sert, pour exprimer l'union intime de la substance dissoute avec le dissolvant: entre la *solution* et la *dissolution*. D'après quelques au- teurs, par *solution*, on désignerait l'association de deux liquides qui ne changent point de nature en s'unissant; et par le mot de *dissolution*, l'as- sociation de deux liquides qui, en s'unissant, changent de nature ou de propriété. Cette distinc- tion ne serait que nominale; car, dans ce dernier

cas, la dissolution en réalité prendrait la signification de combinaison. Cependant il existe entre ces deux mots la différence qui existe entre les divers synonymes d'une langue, et si l'on veut faire une liste des phrases dans lesquelles l'une et l'autre expression s'emploient de préférence, on ne manquera pas de reconnaître leurs rapports. et l'on trouvera que le mot *solution* indique l'opération, l'acte de dissoudre, et le mot *dissolution* le résultat de l'opération, l'état nouveau et fixe de deux corps dissous l'un dans l'autre. On opère ou on tente une solution, on tient en dissolution ou on évapore une dissolution.

Cette définition nous dispensera donc d'admettre les expressions *solutum*, *dissolutum*, *solute*, que l'on a cherché à introduire dans le langage pharmaceutique, expressions vides de sens, si les deux autres en ont un positif, entachées de barbarie, comme toutes celles qui résultent de la combinaison des mots d'une langue morte avec les adjectifs ou les articles d'une langue vivante. Pour distinguer la substance dissoute de son dissolvant, nous nous servirons des mots *substance* dans le premier cas, et de *menstrue* dans le second; pour désigner leur association liquide, nous emploierons le mot de *dissolution*: dans une *dissolution alcoolique de résine*, l'alcool sera le *menstrue* ou le *dissolvant*, et la résine sera la *substance*; nous en opérerons la *solution* à *froid* ou à *chaud*, selon que nous abandonnerons la résine à l'action de l'alcool pendant un temps plus ou moins prolongé, à la température ordinaire, ou que nous accélérerons la marche de l'opération, en soumettant le tout à l'action d'une chaleur plus ou moins élevée, mais incapable de désorganiser la *substance* et son *dissolvant*. Par le mot de substances *solubles*, on désigne les substances solides susceptibles de se dissoudre dans une substance liquide qui prend alors le nom de *menstrue*. Les *solutions* s'opèrent par divers procédés et à diverses températures, selon la nature et la propriété des *menstrues* et de la *substance soluble*.

20. IMPREGNATION. L'imprégnation est une dissolution dont le *menstrue* n'est pour ainsi dire que l'accessoire, et dont la *substance* forme le principal; elle ne semble avoir pour but que d'introduire, dans les pores de la substance, autant de *menstrue* qu'elle en peut contenir sans changer de structure et d'aspect. On imprègne un sel d'une nouvelle quantité du gaz qui forme son acide; on imprègne un liquide de gaz et un solide de liquide; on imprègne un morceau de sucre avec de l'éther,

de l'alcool, l'ammoniaque étendu d'eau pure; on transforme les carbonates en sels en faisant circuler autour du sel du gaz acide carbonique. L'imprégnation se pense de la *solution*, et fournit immédiatement les effets de la *condensation* d'une dissolution.

20 bis. MACÉRATION (la) est une dissolution obtenue, en laissant séjourner, pendant un certain temps, une substance, principalement des *organisés*, dans un liquide capable de *menstrue* à l'un au moins des composants qu'elle recèle dans la structure des *tissus*.

50. DIGESTION (la) est une macération faite à une température intermédiaire entre le point d'ébullition du *menstrue*.

51. INFUSION (l') est une macération faite à la température d'ébullition du *menstrue* bouillant, et laissant refroidir le liquide qu'on nous sert est une *infusion aqueuse*.

52. DECOCTION (la) est une macération faite à la température d'ébullition du *menstrue* plus ou moins prolongée, selon que la substance est plus ou moins soluble.

Toutes ces expressions s'emploient pour désigner l'opération et le résultat. On fait et l'on administre une *infusion aqueuse*.

53. La théorie de ces diverses opérations est basée sur la structure anatomique de la substance avec laquelle on opère. En effet, les substances animales et végétales, en quelque régime qu'on les prenne, se composent d'un grand nombre de vésicules imperforées que le liquide ne saurait aborder, et de portions tubulaires, canaux qu'il ne saurait pénétrer à leur intérieur. Les principes solubles sont emprisonnés dans chacune de ces vésicules, et ne se séparent mécaniquement dans le *menstrue* que par la rupture presque capillaires des vaisseaux élémentaires ou membranes élémentaires des vésicules, susceptibles d'être déchirées par la râpe, divisées par le couteau, ou de se dissoudre par l'effet d'une lente et intestinale élaboration, telle que l'on désigne sous le nom de *fermentation*. Mais la râpe et les lames tranchantes ne peuvent que quelques-unes et en épargner un grand nombre; le broiement ne les divise qu'en les tassant; la pression ne les divise d'un côté les difficultés qu'elle lèverait elle emprisonnerait, dans des grumeaux, la substance soluble que d'abord elle aurait



de microscopique. La fermentation ne brise les parois emprisonnantes qu'en ajoutant de nouveaux produits à la substance emprisonnée, et dont la théorie est aussi impuissante que la manipulation à faire la part, dans l'état actuel de la science. L'élévation continue de la température oppose à la fermentation, déchire les parois emprisonnant la substance incluse dans les vésicules, libère la substance et en opère la dissolution comme en tenant les parois béantes par l'action du mouvement. Dans la *macération* à reproduire ce dernier effet, en agitant le vase à la main, en remuant la masse dans le liquide avec une spatule non attaquable par la substance menstrue, ou mieux avec une baguette de bois ; mais on n'agit même alors que sur les cellules déchirées par la râpe ou divisées par le cou-tet et les autres restent inabordables et ne donnent rien ou presque rien à la macération.

Si l'on désire donc raisonner chacune de ces opérations, il sera nécessaire de les faire précéder d'étude de la structure anatomique de la substance que l'on se propose de leur soumettre ; dont l'application ne date pas de fort loin, et pendant ne laisse pas que d'avoir déjà fait quelques pas de plus à la science organique. On ira, par des essais préliminaires, avoir reconnu la forme des organes élémentaires et la nature de leur contenu, la région que ceux de telle nature occupent, et le genre d'obstacles mécaniques que leur structure est dans le cas d'opposer à l'opération. C'est là le seul moyen d'apprécier les avantages que la macération peut avoir sur la décoction, et la décoction sur l'infusion ; et revenir à modifier, en connaissance de cause, l'empirisme, les procédés si souvent routiniers de la manipulation.

Il est deux circonstances, dont on a signalé l'effet dans quelques opérations de détail, mais dont on a négligé l'importance dans le plus grand nombre de cas, et dont on n'a jamais systématisé l'usage ; on sera peut-être surpris, comme d'une nouveauté outrepassante, lorsqu'on m'entendra dire que ces deux circonstances sont l'influence de l'air et de la lumière ; cependant c'est plus vrai que mon assertion, et bien plus évidentes que l'on observe entre les observations qui proviennent que de ces deux causes.

La lumière imprime à l'action intestinale d'une substance organisée une tout autre direction que l'influence des ténèbres ; car les effets de la lumière et des ténèbres sur un organe sont les deux aspects de l'effet général des mêmes agents sur

l'individu (\*). Divisez une macération en deux parts, dans deux vases égaux en capacité et bouchés de la même manière ; laissez-les pendant le même espace de temps, l'un exposé à la lumière, et l'autre aux ténèbres, et vous obtiendrez dans l'un des résultats diamétralement opposés à ceux que vous donnera l'autre. La matière verte abondera dans le premier, et les moisissures incolores dans le second ; les produits acides, résineux et saccharins dans le premier, les produits ammoniacaux, albumineux, mucilagineux et glutineux dans le second ; l'odeur du premier sera normale, et l'autre en général fétide, etc. ; et ces effets varieront autant que l'intensité de la lumière et des ténèbres, et autant que la température. Tel principe alcalin et en apparence immédiat qui se manifestera ou cristallisera dans une pièce constamment obscure, ne donnera pas le moindre signe d'existence dans un endroit constamment éclairé. Les effets lenticulaires de certaines formes de vases en verre, et de certains défauts du verre, seront aussi dans le cas d'ajouter aux variations de ces résultats.

37. L'air atmosphérique réagit sur une substance animale ou végétale imprégnée ou dissoute, même alors qu'on croit en avoir purgé tout le vase dans lequel on opère la macération. Car les substances organisées ont aspiré, pendant leur état de vie, dans le réseau pseudo-vasculaire des interstices de leurs vésicules, une quantité plus ou moins considérable d'air, qui y reste emprisonné après la mort, par l'obliteration des bouches des interstices, ainsi que par la puissance inerte de la capillarité. Il ne faudrait donc pas croire que l'on a chassé tout l'air du vase, après en avoir rempli la capacité de menstrue jusqu'au goulot, ou même après avoir soumis quelques instants le liquide à l'ébullition.

38. L'action de la machine pneumatique seule est dans le cas de fournir à cet égard un résultat, sur la réalité duquel on n'ait plus le moindre doute à conserver ; mais il faut procéder de manière que la substance ne traverse pas de nouveau l'air, avant de se plonger dans le liquide. A cet effet, on place sous le récipient le vase contenant le menstrue, et au-dessus on suspend la substance organique par un fil dont l'extrémité libre se fixe avec de la cire à la voûte du récipient ; on pousse le vide aussi loin que le permet la construction de la machine ; à l'aide d'une lentille d'un foyer analogue, on concentre ensuite les rayons solaires

(\*) Voyez *Nouveau système de Physiologie végétale et de botanique*, § 1258.

sur un point quelconque de la longueur du fil, qui prend feu en un instant et laisse tomber la substance dans le menstrue; on ramène l'air sous le récipient avec rapidité, l'on se hâte d'achever de remplir le vase de menstrue jusqu'au goulot, et l'on bouche hermétiquement.

39. Ce qui reste d'insoluble après ces diverses opérations prend le nom de *pulpe* ou *marc*; le mélange que le menstrue a enlevé au *marc*, se nomme *extrait*. La richesse de l'*extrait* dépend de la quantité de *menstrue* et du temps qu'a duré l'opération. On épuise le *marc*, non pas de toute la masse des principes qu'il recèle dans ses vésicules, mais de celle que les menstrues sont capables de lui enlever par les procédés grossiers de nos manipulations, en soumettant la substance à plusieurs macérations successives dans de nouvelles quantités de menstrues, jusqu'à ce que les dernières portions paraissent ne pas avoir dissous des quantités appréciables de substance; on jette alors le marc sur un filtre ou sous la presse, et l'on recueille le liquide qui en découle jusqu'à la dernière goutte, si l'on a pour but d'évaluer en poids les rapports des substances, c'est-à-dire d'obtenir une analyse quantitative, selon l'expression des chimistes allemands. On réunit ensuite toutes les portions du liquide obtenu, on *concentre* la liqueur en faisant évaporer le *menstrue*, et l'on obtient la substance *extraite* à l'état *sec* ou *sirupeux*. Le *marc* est la charpente anatomique du tissu animal ou végétal qui se trouve réduit alors aux simples parois des vésicules et des vaisseaux.

40. Les vases spécialement affectés aux dissolutions sont les *bassines*, les *marmites*, les *bocaux*, les *flacons*, les *éprouvettes*, les *ballons* et les *matras*. Les *bassines* sont des vases en fonte ou en cuivre, qui ont la forme d'une calotte de sphère, et sont munis de deux anses opposées sur leur pourtour. Les *marmites* sont des vases cylindriques fermés par un couvercle, qui multiplie la puissance dissolvante du menstrue, en s'opposant à l'évaporation, et en comprimant de cette manière le liquide. Tout le monde connaît les effets prodigieux de la machine à Papin, c'est-à-dire de la marmite sur laquelle le couvercle est scellé presque à demeure, et dans laquelle les vapeurs engendrées pendant l'ébullition du liquide acquièrent, par la compression, une si grande puissance de désorganisation, que les tissus les plus durs et les plus osseux s'y pulvérisent en poudre impalpable.

41. Le *bocal* (pl. 1, fig. 20) est une marmite en verre sans couvercle, et qu'on recouvre avec une

toile ou une feuille de papier pour préservation de la poussière. Un *flacon* (fig. 18) est un *bocal* à ouverture rétrécie en g, que l'on ferme avec un *bouchon de mieux*, pour les expériences délicates; le bouchon de verre (b) qu'on a usé à l'extrémité du goulot lui-même, et qui, de cette manière, s'applique presque hermétiquement par sa paroi, et ne laisse aucun accès ni aux liquides ni à l'air ambiant.

42. Les *éprouvettes* (fig. 12) sont des tubes de verre à *patte*. Les *verres à eau* ou *verres à patte* (fig. 19), sont des éprouvettes dont le vase est en cône renversé; ce sont les vases dont on fait le plus fréquent usage dans les essais d'une expérience; car ils ont par leur forme la propriété de se vider plus complètement du liquide ou du précipité qu'on n'a plus que faire.

43. Les *ballons* sont des vases de verre munis d'un col plus ou moins long (pl. 5, fig. 10). Ces vases sont très-propres à bouillir ou chauffer des petites quantités de liquide; on les place sur des bains de sable, ou on se contente de les approcher avec du feu, en les tenant à la main par le col, ou en tenant leur goulot à l'extrémité d'un crochet tapissé d'une petite feuille de liège. Pour éviter de casser le verre par le choc subit d'une température basse à une température beaucoup plus élevée, on a soin d'approcher le vase graduellement du feu, de le préservant successivement à la chaleur par toutes les parties de sa *panse*, et de ne jamais le mettre en contact avec la flamme vacillante que projettent les courants d'air. On nomme *matras* les ballons à col très-court (fig. 11); ceux-ci sont plus commodes pour l'ébullition des liquides, vu que, dans les soubresauts, le précipité n'entraînerait la panse des autres et occasionnerait ainsi la perte d'une grande portion de liquide; on évite à cet inconvénient par l'emploi des *ports*, dont nous aurons à parler plus tard, nous occupant spécialement des appareils de chauffage.

44. FUSION. La solution a lieu par fusion que la *substance* et le *menstrue* sont solides à la température ordinaire. Le nom qu'on donne à la dissolution à chaud est *pâte*; à froid, elle prend le nom d'*alliage* des métaux mêlés entre eux un à un, deux, etc., et celui de *verre*, lorsque le menstrue est la potasse ou la soude, ou bien que

et par le refroidissement la texture vitreuse. *gama* est la dissolution à froid d'un métal mercure; on dit un *amalgame d'or*, pour le mercure d'or et de mercure, etc.

Les vases ou fourneaux dont on se sert pour les opérations sont en général en *grès réfractaire*; dans les laboratoires on emploie ordinairement les *creusets* (pl. 1, fig. 14), petits vases de terre cylindriques à leur partie inférieure, trigones à leur ouverture, et recouverts d'un couvercle conique de même pâte qu'eux ( $\alpha$ ). On plonge les *creusets* remplis des substances qu'on se propose de faire, de mélanger ou de combiner, dans une *lampe à charbons incandescents*, dont on active la flamme par le courant d'un soufflet de vent, et, pour prévenir la volatilisation, on a soin, dans certaines circonstances, de luter le couvercle du *creuset* avec de la glaise, avec laquelle on couvre à recouvrir les crevasses à mesure qu'elles se forment pendant la durée de l'opération. Pour éviter du feu incandescents et sans accident, on saisit avec la *pince à creuset* (pl. 1, fig. 31), les crochets courbes ( $\alpha$ ) s'insèrent à angle droit à l'extrémité de la tige, qui est elle-même fixée à angle droit à une certaine distance. On utilise aussi des creusets avec des métaux qui résistent qu'à une température bien supérieure à laquelle est susceptible de fondre le métal; on emploie la fonte pour le plomb et l'étain, la platine pour une foule d'autres. Il est inutile d'observer que les dimensions de ces vases varient selon les besoins de l'opération, et qu'on en trouve depuis dix centimètres jusqu'à trois mètres de hauteur.

## CHAPITRE III.

### EVALUATION APPROXIMATIVE OU ÉTUDE DES RÉACTIONS.

La rencontre de deux corps en dissolution peut donner lieu à certains phénomènes qui ne se manifestent jamais sur l'un et sur l'autre isolément pris. La manifestation de ces phénomènes prend le nom de *réaction*, c'est-à-dire, caractère spécifique de la rencontre réciproque de deux corps. On appelle *réactif* le corps dont on se sert, pour démontrer l'existence de la substance que l'on soupçonne dans un liquide ou dans un mélange; et on donne le nom de *substance d'essai* à celle que l'on

soumet à l'investigation des réactifs. C'est par le nombre de ces *réactions* successives qu'on évalue approximativement le nombre des corps qui entrent dans la composition d'un mélange ou d'une combinaison.

47. A cet effet, la dissolution obtenue aussi complètement limpide qu'il est possible, et dans un menstrue pur de toute substance étrangère, on en met une goutte en contact avec chaque *réactif*, afin d'observer si la réaction fournira une coloration, une effervescence, un précipité caractéristique. On prend note de l'absence ou de la présence de tous ces caractères. On soumet les précipités obtenus à de nouvelles réactions, en fractionnant la masse comme on a fractionné la solution; et si la quantité se trouve insuffisante pour les essais, on renouvelle la précipitation sur une fraction plus grande de la dissolution qu'on expérimente.

48. En général, on doit éviter avec le plus grand soin de soumettre une première réaction à l'action d'un second réactif; autrement on s'exposerait à prendre la réaction des deux réactifs l'un sur l'autre, pour la réaction spéciale du second réactif sur la substance d'essai.

49. De simples verres de montre peuvent servir de récipients à ces sortes d'opérations; mais ordinairement on fait usage, selon les quantités de liquide que l'on a à sa disposition, de tubes de verre fermés par un bout à la lampe (pl. 1, fig. 10), d'éprouvettes à patte (fig. 12) ou de *verres à expériences* (fig. 19). On s'assure qu'aucune réaction spéciale au réactif ne décèle l'impureté du vase; on verse le réactif le premier; on est sûr de cette manière que la réaction sera le fait de l'essai lui-même. Si la réaction obtenue n'était pas normale, ce serait évidemment le résultat des impuretés du vase sur la substance d'essai; on devrait s'en assurer en versant alors dans le vase la substance d'essai la première.

50. Tout phénomène de coloration doit être observé par réflexion et par réfraction, c'est-à-dire en se plaçant entre le flacon et le jour, ou en plaçant le flacon entre le jour et l'œil qui l'observe.

51. On conserve les réactifs, à l'état de la plus grande pureté possible, dans des *flacons bouchés à l'émeri* (*flacons à l'émeri*), qui portent une étiquette en caractères lisibles et dont les mots soient en toutes lettres. Avant et après chaque essai, on a soin de nettoyer le goulot et le bouchon, afin d'éviter les incrustations qui ne manqueraient pas d'altérer le liquide à un essai subséquent, ou même de sceller le bouchon dans

le goulot de la manière la plus intime. Comme, malgré toutes ces précautions, on ne saurait empêcher quelques gouttes de glisser le long du goulot jusque sur les parois du flacon, et d'aller ronger les étiquettes en papier et effacer les caractères à l'encre ordinaire, on a imaginé de graver l'étiquette sur la surface du verre même, ce qui n'en élève le prix que de 50 centimes. Les réactifs que l'on désire conserver à l'état solide, sans trop les diviser, se déposent dans des flacons à *large goulot et également bouchés à l'émeri*; telles sont principalement les substances avides d'humidité, et qui absorbent les gaz atmosphériques, les alcalis fixes, qui ne manqueraient pas de s'hydrater et de se carbonater à la longue, si l'on se contentait de les conserver dans ces flacons bouchés avec du liège, que l'on désigne sous le nom de *flacons à goulot renversé*.

52. Il arrive fréquemment aux bouchons usés à l'émeri d'adhérer si intimement au goulot, lorsqu'on les a laissés quelque temps sans les ouvrir, que l'on s'exposerait à casser l'anse du bouchon ou à briser le goulot même, en faisant effort pour le déboucher. Dans ce cas, on passe l'anse du bouchon dans l'anneau d'une petite clef dont la tige sert de levier, et deux ou trois petites secousses suffisent souvent pour faire tourner le bouchon; que s'il résiste à ce moyen, on attache une corde savonnée au mur, on en fait deux ou trois tours autour du goulot, et en la tenant tendue d'une main, l'on promène de l'autre le flacon dans le sens de la longueur; le frottement, qui chauffe le goulot bien avant le bouchon, en augmente le diamètre par la dilatation, et le bouchon, qui n'a pas changé de volume, se retire dès lors très-aisément. Que si l'adhérence provenait d'une incrustation du réactif, on pourrait espérer de vaincre la résistance, en laissant le goulot plongé dans l'eau pure ou saturée d'un acide ou d'un alcali, selon l'origine de l'incrustation.

53. Dans le laboratoire, on place, sur la table des essais, une boîte de réactifs, formée de deux ou trois rangées ou étagères percées d'autant d'ouvertures circulaires que l'on emploie de flacons. Le nombre de ces flacons dépasse rarement une vingtaine; car les réactifs les plus fréquemment employés se réduisent aux suivants: l'*acide sulfurique*, *sulfureux* et *hydrosulfurique*, l'*acide hydrochlorique*, l'*acide nitrique*, l'*eau de chaux*, l'*ammoniaque*, la *potasse*, la *soude*, le *nitrate de baryte*, l'*acétate* et le *sous-acétate de plomb*, l'*oxalate d'ammoniaque*, la *solution d'iode*, le *tourne-sol liquide*, le *prussiate fer-*

*uré de potasse*, le *nitrate d'argent*, *de platine*, l'*alcool*, l'*éther hydrique*.

54. A la base de la boîte se trouve un lequel on dépose divers petits ustensiles habituellement besoin, dans le cours de des pincettes, des baguettes et tubes d principalement des bandes de papier. On entend, par papiers réactifs, des papiers certaines préparations destinées à l'essai de leurs sels, on colore en rouge, en jaune. A cet effet, on lave à l'eau aigu hydrochlorique et ensuite à l'eau distillée incolore et non collé. On le plonge dans la dissolution de la couleur qu'on veut lui donner, on le laisse sécher. On le coupe ensuite en bandes de trois millimètres de large sur deux centimètres de long, que l'on conserve dans un tiroir, soit dans un flacon bouché à l'émeri pour préserver de l'action des vapeurs qui se dégagent habituellement dans le laboratoire. Les papiers employés dans les essais sont de trois couleurs: bleue, la rouge et la jaune. On obtient la couleur bleue avec la solution aqueuse du tournesol (*tinctorium*) (\*); la couleur rouge avec la solution du tournesol, dans laquelle on ajoute l'acide acétique; et la couleur jaune avec la solution de curcuma ou de rhubarbe. La couleur bleue révèle en rougissant la présence d'un acide libre dans une solution; le papier rouge redevient bleu, la présence d'un alcali libre dans une solution; le papier de curcuma donne la même indication en brunissant ou en rougissant.

55. Ces sortes d'indications sont d'usage passagères, selon que la substance qui est mise à l'essai est fixe ou volatile, ou selon qu'elle est une combinaison d'une substance fixe et d'une substance volatile; ce qui arrive à certains sels ammoniacaux, tels que les acétates et les carbonates. C'est, dans tout essai préparatoire, une circonstance qu'il ne faut jamais perdre de vue.

56. Les réactions affectent des caractères très-prononcés, lorsqu'on opère sur des substances inorganiques, que lorsqu'il s'agit d'évaluer la présence de substances organiques, qui se trouvent toutes à la fois dans le même liquide. On évite aux méprises les plus graves, si l'on ne conclut sur ces simples indications, mais qu'on néglige de recourir à l'analogie, pour conclure la présence d'une substance dans une masse d'autres qui

(\*) La plupart des couleurs végétales peuvent servir à colorer le tournesol avec succès. Ce sont principalement les bleues et rouges des pétales.

La chimie organique est encombrée par l'impuissance de nos réactions et nos méthodes ont érigés en principes les mélanges du sucre et du sucre fixe, soit essentielle; d'une huile essentielle; d'une huile essentielle-résine; de l'huile, des résines, et d'un alcali; de la gomme et du sucre. On s'efforce de diminuer les proportions d'un des éléments de ces mélanges, et de faire disparaître l'un ou l'autre. Mais il arrive souvent qu'une parcelle imprimée à l'autre des caractères ou nouveaux. Pour s'assurer de cette hypothèse, il suffit d'opérer ces mêmes pièces et de chercher ensuite à les distinguer avec précision; on ne tarde pas à reconnaître de la sorte l'impossibilité de la séparation de quelques exemples :

1. Mélange de l'huile ordinaire dans l'acide ou dans l'acide hydrochlorique, il se forme un magma blanc, mou, élastique, qui se dissout dans l'albumine, un savon acide enfin; ensuite dépouiller le magma de son caractère à la substance oléagineuse sa pureté première, sans y mêler un nouvel ingrédient, le seul moyen que la chimie nous offre en cette disposition, c'est le lavage à l'eau. Pour le faire, on battra le magma d'abord et on le divisera aussi menu que possible, sur un filtre que l'on continuera d'arrosage jusqu'à ce que l'eau filtrée ne donne plus aux papiers de tournesol; on prononcera que la substance est pure de tout mélange. Mais il est facile de reconnaître la grossièreté de l'ordre en ce que l'huile n'aura pas repris sa forme, ensuite parce qu'en divisant de nouveau la masse dans l'eau en déchirant une seconde fois, on communique au liquide une acidité nouvelle. La séparation est facile à concevoir; l'acide est soluble en faible quantité dans l'huile et dépouillera donc toute la surface d'une portion d'acide qui lui adhère; mais l'acide emprisonnée dans le sein du grumeau inattaquable, protégée qu'elle est par l'épaisseur de la couche du grumeau même. Par la filtration on éliminera, à la vérité, une petite quantité de ces portions d'acide ainsi emboîtées; mais nos procédés de division sont si faibles que les molécules atomiques d'un corps ne sont pas ordonnées à nos moyens mécaniques,

qu'il nous sera tout aussi impossible, même par les opérations les plus nombreuses, de produire le départ complet des éléments du mélange, qu'il le serait d'opérer sur la dernière des molécules d'un corps; et on doit s'attendre à voir s'altérer la substance oléagineuse, avant que d'arriver à lui rendre sa primitive pureté.

58. Dissoudra-t-on le mélange dans l'alcool, pour le précipiter après par l'eau pure, le précipité ne fera qu'envelopper trois substances, et même quatre, au lieu de deux : l'alcool, l'eau, l'acide et l'huile.

59. Or, quand le mélange est le résultat ou de l'action intestinale et de l'élaboration des organes, ou de la complication des procédés de la manipulation, le chimiste, qui est habitué à prononcer qu'un corps est un corps simple, par cela seul qu'on ne parvient point à le diviser en deux ou plusieurs autres, a dû ériger en principes immédiats plus d'un mélange aussi opiniâtre.

60. Car enfin l'induction ne doit avoir d'autres limites que les faits, et il serait absurde de s'arrêter dans cette voie, par une détermination capricieuse et arbitraire. Or, en procédant par cette méthode, voyons à quels résultats nous aboutirons. Il est incontestable, en chimie inorganique, que l'eau entre pour une quantité appréciable dans la cristallisation de certains corps, qui se précipitent de leur dissolution sous cette forme; on l'appelle *eau de cristallisation*. Sa présence imprime au précipité des caractères spéciaux; elle le rend, par exemple, fusible à une plus basse température; l'eau de cristallisation, en effet, sert de fondant aux cristaux eux-mêmes; et la fusion exige des températures d'autant moins élevées que la cristallisation est plus régulière et affecte des dimensions plus appréciables. Lorsque le précipité a lieu sous forme d'une poudre presque impalpable, l'eau de cristallisation se réduit à une quantité que l'on néglige; elle se réduit presque à n'occuper que les interstices des molécules isolées du précipité; elle n'est pour ainsi dire qu'une *eau de précipitation*; et il suffit de la chaleur ou de la plus douce évaporation pour l'éliminer.

61. Mais, si la cristallisation ou le précipité est organique, c'est-à-dire appartient à cet ordre de substances qui résistent à peine à 100 degrés de chaleur, et se carbonisent à sec, au-dessus de cette température, il pourra se faire que la chaleur nécessaire pour éliminer l'eau de cristallisation soit capable d'opérer un commencement de désorganisation sur la substance elle-même, et de la transformer en un produit d'un tout autre caractère.



Comment s'assurer alors, par la voie directe, des caractères essentiels de ce corps? L'analogie seule sera dans le cas de fournir la solution du problème.

62. Que si, au lieu d'une cristallisation régulière, la substance organique ou plutôt organisée s'obtient sous forme de précipité, ce précipité conservant, même dans ce désordre, sa tendance à la réorganisation, se prendra en une masse de membranes soudées entre elles, en un tissu irrégulier, en un *magma* cailleboté, et chaque maille, en se formant, emprisonnera, dans sa capacité entièrement close, une quantité proportionnelle du liquide qui la dissolvait auparavant, et de celui qu'elle rencontrera sur son passage. La dessiccation spontanée ou à l'étuve pourra enlever la quantité du liquide qui adhère à la surface de la masse; mais la surface, ainsi desséchée et durcie, ne servira que mieux à former obstacle au passage des molécules de l'intérieur. La chaleur, poussée un peu plus haut, dégagerait, à la vérité, ces molécules, mais en altérant la substance elle-même; une exposition prolongée à l'air extérieur pourrait produire le même résultat, mais en transformant la substance, soit en un tissu d'une autre nature, par une nouvelle organisation, soit en gaz, par l'effet de la fermentation. Force sera donc, dans la description, d'attribuer à la substance les caractères que son eau de précipitation sera dans le cas de lui prêter au contact des réactifs, si toutefois l'analogie ne vient pas faire la part des éléments de ce mélange. On nous accordera sans peine l'évidence de ces principes.

63. Mais si le précipité cailleboté rencontre, en se formant, un liquide déjà saturé de quelques autres substances, il est évident dès lors que le précipité enveloppera, dans ses mailles artificielles, non-seulement les molécules du liquide, mais encore toutes celles que celui-ci tient en dissolution. Nier la conséquence, ce serait vouloir nier le principe. Donc le précipité organique emprisonnera le réactif lui-même, en quantité plus ou moins considérable, selon que la réaction sera plus prompte ou plus lente; donc, lorsque la trituration, en déchirant les organes d'élaboration hétérogène, aura mêlé tous les produits dans une macération (29 bis) ou une décoction (32), et qu'on cherchera à isoler, soit par la précipitation, soit par la coagulation, un des principes dont on soupçonne l'existence dans le liquide, on obtiendra, au lieu d'un principe immédiat, un mélange dont le caractère en apparence spécifique sera la somme des caractères particuliers de chacun de ses ingrédients.

64. Ce qui se passe dans un menstrue doit nécessairement se reproduire dans tous les cas d'un autre genre; ce qui a lieu, sous ce rapport dans l'eau, doit avoir lieu également dans l'éther, un acide ou un alcali, tel que l'ammoniaque; car le même mécanisme doit produire tout milieu le même résultat. Nous devons admettre en chimie organique, à moins de complaire à l'inconséquence, un *alcool de cristallisation* et un *alcool de précipitation*, un *acide*, une *ammoniaque de cristallisation* et de *précipitation*, comme nous venons d'être une *eau de cristallisation* et une *eau de précipitation*; nouveaux mélanges plus ou constants, plus ou moins opiniâtres, selon la nature du menstrue et celle du précipité. Or, l'eau de cristallisation imprime un caractère nouveau à une substance, l'alcool, l'éther, l'ammoniaque, etc., imprimeront à la cristallisation ou au précipité qui se seront formés dans le sein, le caractère de leur spécialité. D'où il suit que la même substance offrira aux réactifs des caractères différents et parfaitement distincts selon qu'on l'aura obtenue précipitée de l'eau ou de l'éther, ou d'un acide, ou de l'ammoniaque; elle sera acide, précipitée d'un acide; alcaline, précipitée d'un alcali; fusible à tel degré, précipitée de l'alcool; à tel autre, précipitée de l'éther, et si la fusibilité est un caractère invoqué par le chimiste, la même substance pourra prendre la sorte deux noms différents.

65. Le résultat sera bien plus illusoire encore lorsque la substance, dissoute préalablement dans un menstrue, ne pourra en être isolée qu'à l'aide d'un liquide, et surtout si le liquide est volatil, et moins que le menstrue: il arrive, en effet, au point où l'intimité du mélange surmonte l'opposition à la volatilisation, et où la désorganisation seule de l'un des deux éléments serait en vain vaincre ce que l'affinité réciproque a irrévocablement uni. En effet, l'affinité étant réciproque quoique douée chez un des deux éléments d'une énergie moins grande que chez l'autre, il résulte que la substance tend à retenir le menstrue comme le menstrue tend à dissoudre la substance. Si la puissance de l'évaporation est capable de vaincre toute la quantité du menstrue qui tient la substance en dissolution, la fixité de la substance dissoute doit soustraire à la puissance de l'évaporation, toute la quantité du menstrue qu'elle-même capable de dissoudre. Supposons en effet, qu'une molécule du menstrue volatil ait la puissance de tenir en dissolution quatre mo-



e, il est évident que quatre molécules e auront la puissance de retenir en e molécule du menstrue, et qu'ainsi e l'évaporation pourra bien éliminer s du menstrue, mais ne saurait tou- ième sans altérer le produit. Le pro- i sorte aura donc par devers lui un tère qui lui est étranger ; et comme lte hypothèse, d'un état de dissolu- rve à chaque élément ses propriétés, t d'une combinaison qui serait dans former les propriétés du menstrue ince en une troisième propriété d'un nouveau ; il s'ensuit que le mélange l'un et de l'autre des éléments qui ; il s'ensuit que la fluidité de l'un fluidité habituelle de l'autre ; par substance par elle-même est fluide lle retienne 1/10 du menstrue fluide élangé acquerra la propriété d'être peut-être.

ons maintenant que le menstrue et soient également volatils, et nous la distillation un mélange encore car nul moyen de départ ne sera it à notre disposition. En consé- uiles fixes et essentielles acquerront, r dans l'alcool et l'éther, des pro- les ; une portion des résines simu- e essentielle après sa dissolution trues ; il en sera de même des sub- : genre qui se seront imprégnées e ou d'un acide gazeux ou volatil.

ons plus loin, et nous établirons, nséquence rigoureusement déduite es, que le mélange d'un sel végétal ec excès d'acide volatil ou excès : , et d'une résine, une huile fixe ou i une substance gommeuse ou albu- i dans le cas d'acquérir une telle u'à nos diverses réactions elle appa- une substance indécomposable, et ie un principe immédiat. En effet, pour éliminer l'ammoniaque, un (lasse, magnésie, chaux), et pour e, l'acide sulfurique ou tout autre : que l'acide vég. Or il doit paraî- : les réactifs agiront, en cette cir- l'excès, et non sur la totalité du sel ince qui lui sert de menstrue. Car ce dit de l'affinité de la substance pour acide d'un côté et pour la molécule tre côté, s'applique, avec la même .. — TOME I.

exactitude de raisonnement, à la molécule résul- tant de la combinaison de l'acide et de la base, molécule qui, sous ce rapport, devient une unité du même ordre que les autres. Il arrivera un point où l'affinité de la substance et du sel qu'elle tient en dissolution, se trouvera telle que la sub- stance ne cédera pas plus l'un ou l'autre élément du sel, que la molécule du sel en entier ; et que la réaction d'une base ou d'un acide plus ou moins énergique ne sera pas plus efficace, pour vaincre cette intimité, que la puissance de l'éva- poration elle-même. On se trompera donc grande- ment, quand on croira avoir éliminé tout l'acide ou tout l'ammoniaque, parce qu'à une époque de la réaction il cessera des'en dégager ; on n'aura fait par là que diminuer les proportions et ramener le mélange à l'état d'une combinaison inaltérable, dans ce sens que l'on ne pourrait parvenir à éliminer le sel qu'en altérant les propriétés de la substance.

68. Le mélange d'une substance organisée ou organique avec une quantité d'un sel terreux in- appréciable à nos procédés d'analyse, sera dans le cas d'offrir des caractères de réaction qui sembleront être inhérents à sa nature ; à plus forte raison lorsque la quantité du sel sera appréciable après l'incinération.

69. Que l'on considère maintenant combien les phénomènes de coloration sont susceptibles d'in- duire en erreur, dans les essais d'une évaluation chimique, et combien il sera facile, sur ces sim- ples caractères, de placer un mélange de deux substances isolément connues au rang d'une sub- stance *sui generis*.

70. Imbibez de l'albumine avec du sucre, et l'a- cide sulfurique colorera en purpurin le mélange, au lieu de produire un coagulum blanc, qui est le caractère de sa réaction sur l'albumine. Il en sera de même d'un mélange d'huile et de sucre.

72. Coagulez de l'albumine dans une solution de substance soluble de la fécule ; et l'iode, qui jaunit l'albumine lorsqu'il est seul, la colorera en hya- cinthe ou en superbe bleu, selon la proportion du mélange.

73. Ces mélanges, s'ils se sont opérés à notre insu, seront nécessairement inscrits au catalogue des substances immédiates.

74. Nous aurons l'occasion d'étendre ces appli- cations en parlant de la cristallisation ; nous ter- minerons ce chapitre par la série des réactions les plus usuelles dans les évaluations chimiques ; nous les disposerons dans l'ordre alphabétique.

75. Les ACIDES étendus, minéraux ou organi-

ques, dénotent la présence des carbonates, dans un corps solide ou dans un liquide, en déterminant un dégagement de bulles d'acide carbonique, qui produit une effervescence d'autant plus vive que la quantité de carbonate est plus considérable. L'acide sulfurique, mais concentré, produit le même effet sur les hydrochlorates, hydriodates et hydrobromates.

76. L'ACIDE HYDROCHLORIQUE concentré colore en purpurin et ensuite en bleu intense l'albumine animale et végétale.

77. Les ACIDES NITRIQUE et HYDROCHLORIQUE peuvent servir à constater un dégagement ammoniacal, en produisant des vapeurs blanches, par la combinaison de leurs propres vapeurs avec celles de l'ammoniaque. Il suffit d'approcher, du point où le dégagement ammoniacal a lieu, le bout d'une baguette de verre trempée dans l'un ou l'autre de ces acides, pour obtenir la réaction indiquée.

78. L'ACIDE NITRIQUE colore en jaune l'albumine fraîche.

79. L'ACIDE SULFURIQUE et même un sulfate décèlent la baryte libre ou combinée dans la solution la plus étendue, en produisant un précipité insoluble dans les acides, même dans l'acide hydrochlorique.

80. L'ACIDE SULFURIQUE coagule en blanc l'albumine fraîche, et en jaune l'albumine qui commence à s'altérer.

81. L'ACIDE SULFURIQUE mêlé à l'albumine liquide ou à l'huile imprime la couleur purpurine la plus intense à une solution concentrée de sucre ou à un tissu saccharin. L'acide sulfurique tenant du sucre en dissolution produit le même phénomène sur des masses ou des dissolutions concentrées d'huile et d'albumine. L'acide arsénieux produit plus lentement le même effet sur le sucre de canne seulement.

82. L'ACIDE HYDROSULFURIQUE détermine, dans les dissolutions de plomb, un précipité brun qui ne se redissout pas dans un excès de l'acide.

83. L'ACIDE TARTRIQUE produit avec la chaux un précipité qui affecte des formes cristallines reconnaissables au microscope (pl. 8, fig. 6), et peut ainsi faire au moins soupçonner la présence de la chaux dans un liquide, à un simple coup d'œil.

84. L'ALCOOL concentré précipite, de leurs liqueurs suffisamment concentrées, l'albumine, la gomme, l'amidon liquide, en flocons blancs et caillibottés. Il dissout les résines, les huiles essentielles, et une certaine quantité d'huiles grasses, mais moins à froid qu'à chaud.

85. L'AMMONIAQUE liquide détermine, dans les dissolutions de sels cuivreux, un précipité verdâtre qui se redissout dans un excès d'ammoniaque, et prend alors une couleur d'un beau bleu.

86. L'AMMONIAQUE produit, dans les dissolutions de magnésie, un précipité blanc pulvérulent qui se redissout en entier dans l'hydrochlorate d'ammoniaque; et, dans les sels d'alumine, un précipité abondant insoluble dans l'ammoniaque et dans l'hydrochlorate d'ammoniaque, ce qui le distingue du précipité magnésien.

87. La CALCINATION noircit et charbonne les substances organiques, en dégageant des fumées empyreumatiques.

88. La CHALEUR coagule en blanc l'albumine et transforme en gelée l'amidon.

89. L'ÉTHER, peu miscible à l'eau, dissout plus facilement les résines et les huiles essentielles que ne fait l'alcool.

90. La solution AQUEUSE ET LÉGÈREMENT ALCOOLISÉE D'IODE colore en beau bleu l'amidon pur, la résine de Galac, le pollen des plantes; la couleur vire au violet, au purpurin, sur l'amidon mélangé ou altéré par la fermentation et la chaleur; la présence d'un carbonate ou d'un alcali dans la solution s'oppose complètement à la réaction; c'est pourquoi on a soin d'aciduler la solution avant de la soumettre au réactif. L'emploi du microscope donne les moyens de distinguer l'amidon du pollen et de la résine de Galac.

91. La plupart des MÉTAUX, bien décapés, servent à mettre en évidence la présence d'un autre métal dans une solution quelconque; leur surface se couvre en effet d'une couche de particules du métal de la dissolution. Le zinc précipite de la sorte la plupart des métaux. Le fer précipite sur sa surface le cuivre à l'état métallique.

92. Le MURIATE DE PLATINE produit, dans les dissolutions qui renferment de la potasse libre ou combinée, un précipité jaune clair, qui, au microscope, affecte des formes cristallines en co

inte dorée. L'*acide tartrique* détermine une solution concentrée de potasse, dont le précipité est moins insoluble qu'une dissolution de sulfate de potasse. Le précipité est moins insoluble que sur la potasse ; ce qui doit enlever l'incertitude à l'égard de l'abandon de l'ammoniaque, ou à chercher à l'éliminer.

Le précipité blanc qui se précipite en un nuage blanc, et prend au contact de l'air une teinte hyacinthe ou violette plus ou moins intense. Le magma conserve au microscope sa forme. Ce précipité est insoluble dans l'acide nitrique ou hydrochlorique étendu ; il se dissout à froid dans l'ammoniaque, et dans l'acide hydrochlorique très-con-

centré. Le précipité blanc qui ne se dissout point dans les acides, dans l'acide nitrique, par exemple, et qui est insoluble dans l'acide hydrochlorique très-con-

centré est une réaction caractéristique de l'arsenic ; mais l'odeur ne saurait se décrire, elle se compare à celle de l'acide arsénieux. L'odeur alliée à la présence de l'arsenic dans une substance que l'on projette sur des charbons ardents. L'odeur du chlore est caractéristique, elle ressemble un peu à celle de l'acide nitrique ; l'habitude seule est de l'apprendre à l'en distinguer. Celle de l'acide sulfurique est proche de l'odeur du safran. L'acide sulfurique chauffé par son simple mélange à l'acide sulfurique dégage une odeur distincte. L'ammoniaque se reconnaît évidemment à l'odeur, qui est aussi celle du carbonate d'ammonium. Les vapeurs provoquent les larmes. Il se rapproche de l'odeur acétique. L'addition de l'acide hydrochlorique imprime une teinte rose à tout aux odeurs végétales ; les plus fétides prennent alors une teinte rose qui se rapproche de l'odeur caséique, de celle de la pomme rai-

sonnée, etc., les phosphates acides d'ammoniaque impriment à l'haleine de certaines gens une odeur repoussante.

96. Au reste, les organes de l'odorat et du goût sont deux réactifs dont les indications varient suivant les individus. Chacun doit se faire, à cet égard, par l'habitude et la mémoire, une table d'indications à son service ; les réactions en tout genre n'étant, en définitive, que des signes qu'on ne cherche pas à transmettre aux autres, et qui ne servent qu'à nous tracer la voie qui conduit à la démonstration.

97. La dissolution d'OXALATE D'AMMONIAQUE sert à manifester la présence d'une faible quantité même de chaux à l'état libre ou combinée dans un liquide neutre. Une seule goutte de ce réactif se transforme, en tombant, en un nuage blanc, qui se résout et se distribue dans la substance, pour aller former au fond du vase, au bout de quelques instants de repos, une couche blanche et pulvérulente d'*oxalate de chaux*, qui se dissout sans effervescence dans les acides minéraux, et qui n'offre au microscope que des corpuscules isolés, sans aucune forme déterminée. Ce précipité, soumis à une forte chaleur, se change en carbonate de chaux, qui fait alors effervescence avec les acides (75) ; soumis à une chaleur plus forte encore, il se change en chaux vive, en brûlant avec une éblouissante incandescence, et ramène, après le refroidissement, le *papier réactif rouge* (54) à un bleu très-intense.

98. Le PAPIER BLEU ou la solution de tournesol dénote la présence d'un acide libre, en passant au rouge. Lorsqu'on opère sur des gaz, on a soin de mouiller préalablement le papier avec de l'eau distillée.

99. Le PAPIER ROUGE ou la solution de tournesol déjà rougie par un acide, dénote, en passant au bleu, la présence d'un alcali fixe ou volatil, mais libre, ainsi que les carbonates alcalins et les sels alcalins avec excès de base.

100. La POTASSE concentrée, en dissolvant un corps fusible à une haute température, mais indécomposable par la chaleur et inattaquable par les acides, démontre que ce corps est de la silice que l'on précipite en gelée par l'acide sulfurique.

101. La POTASSE concentrée dégage, de ses sels ou de ses dissolutions, l'ammoniaque en vapeur, qui se reconnaît, soit à l'odorat, soit à l'aide de papiers réactifs.

102. Le PRUSSIATE FERRURE DE POTASSE liquide, dont la teinte est légèrement jaunâtre, dénote la présence du fer, dans un liquide incolore préalablement aiguisé avec un acide (l'acide nitrique, par exemple), en colorant le liquide en *bleu indigo*, qui se précipite et que décolore la potasse en excès; c'est le bleu qu'on désigne en grand sous le nom de *bleu de Prusse*. Les substances solides, imprégnées de ce réactif, prennent la même coloration, lorsqu'elles possèdent du fer dans leurs couches externes; les fragments de nos pierres meulières finissent par ressembler, dans ce réactif, à des grumeaux de bleu de Prusse du commerce; les polypiers cartilagineux et rougeâtres de nos eaux douces y prennent une magnifique teinte indigo.

103. L'influence exercée par un corps ou un liquide donné sur l'aiguille aimantée, sert aussi à constater la présence du fer dans ce corps. Lebaillif a construit dans ce but un appareil qu'il a nommé *sidéroscope*, à l'aide duquel il parvenait à découvrir dans un corps quelconque, même dans l'argent de coupelle, des quantités si minimes de fer, qu'aucune autre réaction n'aurait jamais pu en faire soupçonner l'existence. Le cobalt et le nickel réagissent comme le fer sur l'aiguille aimantée, ce qui fait que cette indication ne suffit pas toujours seule. Cet appareil, tel qu'il a été perfectionné par Saigey (pl. 2, fig. 5), se compose d'une cage de verre (*a a a a*) ayant la forme d'un parallépipède qui repose à rainure sur une tablette (*b b b b*) appuyée sur quatre vis à caler. La cage est faite en lames de verre jointes entre elles, par des substances et avec de la colle entièrement exemptes de fer. La face antérieure par laquelle on doit opérer, ne porte qu'une demi-bande de verre (*a'a'*), afin de permettre l'introduction des corps à essayer. Sur le milieu de la face supérieure on pratique une ouverture circulaire à laquelle s'adapte un tube vertical en verre (*c*). La tablette peut avoir 14 pouces de long sur 6 de large hors d'œuvre. Cela fait, on prépare une paille de graminée (*Avena sterilis*, Seigle et autres Graminées à entre-nœuds longs et déliés et d'un diamètre à peu près égal à chaque bout de l'entre-nœud); pour la dresser, on la mouille, on la suspend, munie d'un certain nombre de poids à son bout inférieur, et on la chauffe jusqu'à dessiccation ordinaire par l'approche d'un fer chaud. Ensuite, on coupe de part et d'autre ses deux articulations, en lui laissant 9 pouces de longueur; on adapte à chaque extrémité une aiguille à coudre préparée et aimantée à saturation, ayant environ 36 milli-

mètres de long; chacune de ces deux : entre à moitié dans le tuyau de la paille (*d*) de telle sorte que deux pôles de même nom l'intérieur, et deux pôles de même nom à l'extérieur. On suspend horizontalement l'aiguille à un fil de cocon dédoublé (*e*) à un étrier de laiton (*f*) qui est mobile de haut, et entre à frottement dans l'ouverture du tube (*c*). On produit l'équilibre au moyen d'une bride triangulaire de papier termine le fil de cocon, et dans laquelle onduit la paille; lorsque l'horizontalité parfaite obtenue, on la maintient en insinuant une colle d'amidon entre l'aiguille et la bride de On a alors une aiguille *astatique* et d'une bilité extrême, ce qui exige, de la part de leur, les plus grandes précautions. Pour les indications que l'on cherche, on évite de mer des secousses à l'instrument; on le des courants d'air et même de sa propre On approche les corps de l'extrémité de l'a en les présentant au bout d'une bande de ou d'une règle qui ne réagisse pas elle-même l'aiguille; et l'on évalue les quantités de fer corps est dans le cas de contenir, par la où l'influence se manifeste. On obtient ces tions, au moyen d'une bande de papier en cercle gradué, dont le fil de cocon est le ce l'extrémité de l'aiguille l'extrémité du rayon bande (*g*) est collée sur la surface de blette (*b b b b*) du côté de l'observateur (*a*). Dès que l'observation est terminée, on a s baisser l'étrier (*f*) et de descendre l'aiguille tablette, pour que le poids des deux aiguille n'arque pas la tige de paille. Lebaillif cor premier le phénomène curieux que pré blismuth et l'antimoine, dont la présence certaine distance repousse l'aiguille aimar lieu de l'attirer; Saigey démontra, par le riences les plus délicates, que ces phén appartenaient, quoique avec moins d'inten tous les corps de la nature. Mais, dans l tions chimiques, c'est l'intensité qu'on ir et, sous ce rapport, les indications de cet ment sont aussi précises que celles des ordinaires.

104. La SAVEUR a aussi une valeur caractique comme réaction; on la distingue et tique, piquante, astringente, brûlante, fade et insipide. La présence du fer comm à toutes les solutions organiques une save ciale qui prend, en certaines circonstan

l'abond de la chair qui macère dans des mets qui m'inspirent une réputation montable, lorsque je me sers pour d'une cuiller de fer.

**SOUS-ACÉTATE DE PLOMB** produit, dans des solutions de gomme ou de sucre, un précipité blanc qui est un mélange intime d'une substance organique et d'oxyde de plomb. On précipite une substance organique par l'acide sulfurique un sulfate de plomb insoluble.

**SULFATE DE CHAUX** dénote la présence d'oxalique combiné, en occasionnant un précipité d'oxalate de chaux que l'on reconnaît par ses autres caractères.

Les inductions que l'état actuel de la chimie autorise à tirer de chacune de ces règles ne sont pas tellement rigoureuses que l'on ait le droit de procéder à la légère et de se précipiter sur une ou deux réactions. Les progrès ultérieurs de nos études diminueront le nombre de quelques-uns des caractères que nous avons donnés, en nous faisant découvrir que tel caractère, d'une valeur exclusive aujourd'hui, ne convient à deux substances hétérochimie organique, de pareils mécomptes se produisent chaque jour, et nous imposent une règle plus en plus sévère. C'est dans cette science que l'on doit proclamer la nullité d'une seule réaction, et la soumettre toutes à une discussion rigoureuse des règles de l'analogie. Le présent ouvrage est destiné à formuler ces règles, et à introduire la chimie organique des méthodes de

l'étude de toute réaction est une comparaison de ce qu'on voit avec ce qu'on a vu, dans la nature, constater l'identité de la cause par la comparaison des effets; mais il ne faut jamais que l'on fasse une comparaison de ce qu'on voit avec ce qu'on a vu. La mémoire des mots ne saurait jamais remplacer la mémoire des faits, pas plus que tout ce que la narration ne saurait égaler la vérité. Aussi aura-t-on fréquemment à s'appliquer à toute espèce d'expérience, d'opérer la double réaction, la réaction négative et la réaction positive, c'est-à-dire de toutes pièces sous ses yeux, et de toutes substances connues, la réaction qui précipite la présence des deux substances dans

le liquide d'essai, et de conduire parallèlement ces deux expériences, pour observer simultanément les deux sortes d'effets. On sera sûr, de cette manière, non-seulement d'obtenir des résultats non susceptibles d'être contestés, mais encore de rectifier les observations consignées dans les livres, et qui, à force de passer de compilation en compilation, ont fini par devenir méconnaissables.

109. Une fois qu'on aura épuisé la série des réactions indiquées, et reconnu ou soupçonné la présence des divers corps qui composent le mélange soumis à l'analyse, on cherchera à obtenir chacun d'eux isolément, afin d'en reconnaître les caractères et la quantité, avec une évidence qui ne laisse plus rien à désirer. On y parviendra par une nouvelle série d'opérations, que nous allons successivement décrire dans les chapitres suivants.

## CHAPITRE IV.

### PRÉCIPITATION.

110. **PRÉCIPITER** un corps, c'est détruire la force qui le tenait en dissolution dans un liquide, et le rendre à la loi de la pesanteur. Lorsque cet effet a lieu, le liquide perd tout à coup sa transparence; on voit même, à l'œil nu en général, une poudre impalpable ou des flocons plus ou moins cotonneux, descendre lentement ou se précipiter en masse vers le fond du vase, et y former bientôt une couche homogène qu'on désigne sous le nom de *précipité*. Les *substances organisatrices* se précipitent en grumeaux pseudo-membraneux plus ou moins compactes, plus ou moins divisés, qu'on désigne sous les noms de *magma*, *coagulum*, *caillot*. Les substances inorganisées sont *précipitables*, les substances organisées sont *coagulables*.

111. Le précipité est *nuageux* quand il se produit, en se manifestant dans le liquide, les aspects de ces nuages ondoyants que nous voyons changer mollement de dimensions et de formes sur la voûte des cieux; il est *floconneux* quand il imite, au contraire, en se formant, une giboulée de neige; autrement il est *pulvérulent* ou *cristallin*, selon que ces molécules affectent des formes distinctes à la vue ou au microscope.

112. Le *magma* est une précipitation en général organisée, qui imite une *émulsion* sirupeuse, plutôt qu'un *coagulum*.



113. Le *coagulum* est une précipitation organisée, qui se prend en une masse glutineuse, analogue au blanc d'œuf que l'on a soumis à une première impression de chaleur.

114. Le *caillot* est le *coagulum* du sang; on dit un *coagulum caillé*, pour désigner un *coagulum* qui se divise en grumeaux cotonneux comme le *lait caillé*. Le liquide d'où on précipite ce *coagulum* prend le nom de *sérum* pour le sang, et de *petit-lait* pour le lait. La *sérosité* est un *sérum* conservant un *œil louche et laiteux*.

115. L'*émulsion* est une *sérosité* produite par la mixtion de l'eau avec une substance oléagineuse, spécialement avec les amandes triturées.

116. L'aspect *louché*, *nuageux* et *laiteux* d'un liquide indique infailliblement une suspension de substances, qui ne sont pas assez pesantes à achever leur complète précipitation. Le temps, l'élévation ou l'abaissement de la température suffisent, pour opérer la précipitation de la plupart de ces substances tenues en suspension.

117. Toute précipitation est le résultat d'un changement survenu dans les rapports du *dissolvant* (25) avec la *substance dissoute*. On la produit, en modifiant les conditions de densité ou d'affinité, soit de la substance, soit du dissolvant. Le mélange d'un liquide avec le menstrue précipite la substance dissoute, pour laquelle le liquide nouveau n'a aucune affinité, mais non le liquide que l'on modifie. L'alcool versé dans une eau saturée de *gomme* ou d'*albumine*, en précipite ces deux corps, parce que l'alcool qui dissout l'eau, ne saurait dissoudre la *gomme* et l'*albumine*. Une base dissoute dans un liquide est précipitée par un acide qui la transforme en un sel insoluble; la potasse, par l'acide tartrique en excès; la baryte, par l'acide sulfurique. Ce précipité est le résultat d'une simple combinaison. Deux sels également solubles, dans le même menstrue, versés l'un dans la solution de l'autre, peuvent produire une précipitation, en échangeant leurs bases et leurs acides, et en formant ainsi deux nouveaux sels dont l'un est soluble et l'autre insoluble; l'acétate de chaux et le sulfate de potasse, également solubles dans l'eau, se transforment instantanément en acétate de potasse qui reste insoluble, et en sulfate de chaux qui se précipite. Ce genre de précipité est le résultat d'une *double décomposition*. Dans ces deux derniers précipités, c'est la substance qu'on a modifiée, le menstrue restant intact.

118. La *LÉVIGATION* est une série de précipita-

tions; on l'emploie à l'égard, soit d'une substance dont les molécules, affectant diverses dimensions se précipitent plus lentement les unes que les autres, et forment des couches superposées de densités décroissantes de bas en haut; soit de plusieurs substances ayant chacune des molécules d'une différente densité. On divise la durée de l'opération en autant de fractions de temps qu'il y a de degrés de densité dans les molécules précipitables; on agite la masse dans le liquide, de manière à y répartir uniformément les molécules; qu'on s'aperçoit que la couche du même nom n'est pas achevée, et que celle du nom suivant commence à se former, on se hâte de *transvaser* et de *décanter* le liquide qui surmonte, c'est-à-dire de le verser doucement dans un autre vase, où l'on se propose de recueillir la seconde précipitation; et, dès que celle-ci est opérée, on décante de nouveau dans un autre vase, et ainsi de suite.

119. Mais comme on n'est jamais sûr que les couches se soient formées sans mélange, comme, au contraire, il est évident que la molécule plus pesante a dû entraîner, dans sa chute, une ou plusieurs molécules d'une moindre densité, qu'elle aura successivement rencontrées dans le trajet, on reprendra chaque couche sous-œuvre, on l'agitera dans une nouvelle portion de liquide dans lequel elle est insoluble, et l'on décantera une seconde fois d'après les mêmes règles de la première. On répétera ces opérations jusqu'à ce qu'on se soit assuré que la substance obtenue est aussi homogène qu'il est possible de l'obtenir par ces procédés de l'obtenir.

120. On *DÉCANTE* un liquide dont on ne peut plus rien obtenir pour l'expérience que l'on veut faire; on *transvase* un liquide dont on a un nouveau départ à attendre; sous le rapport de manipulation, la différence est toute dans les mots.

121. La *lévigation* peut fournir un excellent moyen d'analyser une poudre organique comme la farine, par exemple, et donner des indications aussi approximatives que le demandent ces opérations industrielles. Nous avons depuis longtemps signalé (\*) les ressources que ce procédé est dans le cas d'offrir, si on l'associe aux procédés d'investigation de la nouvelle méthode.

122. On *LAVE* le précipité, pour le débarrasser des substances solubles dans le liquide d'où il a été précipité, substances qui ne peuvent m-

(\*) *Essai d'analyse sur le pain des prisons, par un prisonnier qui en a mangé. (Journal le Lycée, 4 décembre 1831.)*



molécules plongées dans le dissolvant à cet effet du *tamis* ou du *filtre*. Les premiers sont ou métalliques, ou en peau, ou de soie. Les tamis métalliques sont composés d'une lame de métal ou d'une toile de trous à l'emporte-pièce. Les autres, en soie, sont composés d'un tissu de soie. Les trous des premiers et les mailles des seconds varient en diamètre selon le calibre des molécules qu'on se propose de retenir, c'est-à-dire de retenir au-dessus du tamis et de laisser passer au-dessous de lui. Les opérations industrielles qui exigent un passage successif d'un assez grand nombre de substances à travers des tamis de plus en plus fins, sont d'une porosité décroissante; tel est le triage des gruaux de farine. Dans les laboratoires, on fait usage en général que de petits tamis pour les opérations grossières, et en usage de substances plus ténues. Les tamis métalliques, dont la porosité est telle qu'ils servent facilement de filtre, exigent une précaution d'y laisser la substance; les plaques des cafetières dites à la

distingue le *filtre* du *tamis*, et la différence, c'est que pour le tamis le passage se fait par le déplacement mécanique des molécules, et par des secousses imprimées à la substance; tandis qu'avec le filtre, le passage se fait par la dissolution de la substance dans le liquide, et en ne donnant issue qu'à la substance qui est soluble dans le liquide, et à l'état de dissolution. Le tamis ne se lave pas.

La MALAXATION des farines, le tamisage, le triage, le passage au tamis et de filtre. La substance des céréales en effet, en la soumettant à la substance du péricarpe, se sépare, entre les substances solubles dans le liquide et les substances insolubles, à l'état sec, resteraient sur le tamis, et les substances solubles, à l'état humide, passeraient toutes les deux à la fois, à travers les mailles, qui auraient été pratiquées dans la substance. Le passage aux molécules de l'une seule substance, à l'état sec, resteraient sur le tamis, et les substances solubles, à l'état humide, passeraient toutes les deux à la fois, à travers les mailles, qui auraient été pratiquées dans la substance. Le passage aux molécules de l'une seule substance, à l'état sec, resteraient sur le tamis, et les substances solubles, à l'état humide, passeraient toutes les deux à la fois, à travers les mailles, qui auraient été pratiquées dans la substance.

donc qu'après avoir pétri une farine avec de l'eau on désirera en séparer la fécule, il suffira de presser cette pâte sous un filet d'eau, en la retenant dans les mains, qui formeront ainsi un appareil de déchirement, de pression et un tamis à la fois, et l'on entraînera avec le liquide tous les globules d'amidon que le déchirement du tissu glutineux aura mis à nu. L'eau passera laiteuse par la présence de ces globules blancs; mais comme des parcelles de gluten ne manqueront pas de passer à leur tour à travers les doigts, on les arrêtera sur le tamis qu'on aura soin de tenir au-dessus de la terrine destinée à recueillir le liquide qui entraîne l'amidon, plus quelques parcelles de gluten de même calibre que les grains d'amidon; on en dépouillera cette dernière substance, par le moyen de l'acide acétique faible, ou par la désorganisation intestinale de la fermentation, deux réactions qui rendent le gluten soluble dans l'eau où l'amidon reste insoluble.

127. Le *FILTRE* proprement dit est en étoffe ou en papier. Recouvrez le goulot d'un vase avec une pièce d'étoffe ou une feuille de papier, de manière à former une espèce de godet, dont la convexité soit tournée du côté du fond du vase; versez dessus un mélange de substances hétérogènes dont les unes sont liquides et susceptibles de passer à travers les mailles de l'étoffe et du papier, et les autres solides, et d'un calibre plus grand que les mailles du tissu; l'étoffe ou le papier formeront le *filtre*, le goulot formera l'*entonnoir*, le liquide qui passera à travers les mailles du tissu sera la liqueur filtrée, et l'opération se nommera *filtration*. Cette forme générale varie selon les besoins et les ressources de la manipulation, et selon le degré de précision que l'on désire atteindre. Pour les usages domestiques, on filtre l'eau de rivière à travers une couche de sable ou de pierres poreuses; dans les sucreries, on filtre les sirops en les recouvrant d'une couche d'argile; dans l'officine des pharmacies, on filtre les sirops clarifiés au charbon, à travers une pièce carrée d'étoffe de laine que l'on tend légèrement sur un châssis hérissé de pointes, soutenu sur quatre pieds, et placé au-dessus d'une terrine; les grumeaux coagulés par le charbon animal, sont d'un tel calibre que pas un des plus petits ne saurait passer à travers les mailles de ce filtre, et le liquide passe seul limpide et incolore; pour certaines autres opérations, on a soin de recouvrir l'étoffe avec des feuilles de papier joseph.

128. Dans le laboratoire, on ne filtre presque qu'au papier joseph, ou papier sans colle; on

choisit de préférence celui dont la pâte est homogène, et qui à travers jour n'offre point de *manques*, c'est-à-dire de ces taches lumineuses qui annoncent des solutions de continuité. On a soin de le laver préalablement à l'acide hydrochlorique ou nitrique étendu d'eau, lorsque l'on craint que les sels terreux qui l'accompagnent toujours ne viennent compliquer les recherches; on le dépouille ensuite de son acidité en le lavant à l'eau distillée, on le laisse sécher à l'air, et on le conserve à l'abri des émanations, pour les besoins ultérieurs du laboratoire.

129. Pour filtrer au papier joseph on emploie un entonnoir en verre (pl. 1, fig. 18, *e*), espèce de cône ouvert à la base et au sommet, et qui s'introduit par le petit bout dans le goulot des flacons. On plie une feuille de papier joseph en quatre carrément, puis chaque grand pli en deux autres plis secondaires, puis chaque pli secondaire en deux autres, et ainsi de suite selon les dimensions de la feuille. On obtient de la sorte un nombre de divisions convenables, mais dont les angles rentrants et sortants n'alternent pas, inconvénient que l'on répare, en reprenant le ployage par un des bouts du papier, et le continuant jusqu'à l'autre, sans s'écarter des premiers plis. Cela fait, on sépare les deux lames de la feuille de papier; elle s'étale en une espèce d'entonnoir plissé qui s'introduit sans effort dans l'entonnoir de verre, en tapisse toute la surface de ses plis nombreux, et offre à sa pointe une assez grande solidité pour n'avoir rien à craindre de la pesanteur de la masse liquide. On reconnaît une main exercée à l'élégance de la construction d'un filtre de papier, et l'élégance en toute chose est l'expression la plus rigoureuse de la solidité.

130. Lorsqu'on veut recueillir le liquide filtré dans un verre à patte (v. pl. 1, fig. 18), ou autre vase d'une forme analogue, on soutient l'entonnoir en équilibre au moyen d'un trépied (*s*) à tablette perforée, ou de l'un des cercles des supports à vis de pression (pl. 3, fig. 11, *c*).

131. Afin de ne pas défoncer le filtre, dès le début de l'opération, on a soin de ne verser le liquide que sur les parois du filtre. Les premières liqueurs passent toujours plus ou moins troubles; on les rejette une seconde et une troisième fois sur le filtre, dans le fond duquel le dépôt des matières solides forme une couche de moins en moins perméable aux impuretés. On continue la filtration avec un autre entonnoir et un nouveau filtre, lorsque le dépôt, qui se forme au fond du premier, est devenu si compacte qu'il ne laisse plus passer,

dans un temps donné, que des quantités de liquide.

132. Il est des substances solides réduites à tel état de ténuité qu'elles passent avec facilité à travers les mailles du papier joseph homogène; on se sert alors de filtres à doubles de papier que l'on juge convenable de ployer pour s'opposer au passage de ces substances. En effet, lorsque toutes ces feuilles de liquide se sont appliquées et pressées les unes contre les autres, leurs mailles s'entre-croisent; et on obtient un nombre de mailles dont les mailles sont d'autant plus épaisses que les feuilles de papier superposées sont plus nombreuses.

133. Le col de l'entonnoir s'adapte à l'ouverture du goulot des flacons, sur lequel le liquide en mouille la surface, que l'air intérieur ne pouvant trouver aucune issue libre au liquide du filtre, et s'opposant à sa manière insurmontable à son écoulement pour prévenir cet accident, de placer, au-dessous de l'entonnoir et le goulot, deux ou trois feuilles de papier, qui forment ainsi deux ou trois orifices béants.

On obtiendrait le même résultat, en introduisant un tuyau de paille dans le col même de l'entonnoir, que l'on tamponnerait ensuite avec du papier joseph, préalablement humecté d'un liquide à celui qu'on se propose de filtrer. Le tuyau de paille donnerait passage à l'air du flacon, et ne s'opposerait à la filtration de la substance.

134. La filtration des liquides volatils nécessite des précautions spéciales. On perdrait très facilement s'exposerait à de trop graves accidents en plein air: or, on filtre aussi souvent des liqueurs alcooliques et éthérées que des liqueurs aqueuses. Le moyen suivant est aussi facile que celui des filtres ordinaires, lorsqu'il ne s'agit que des deux dernières: avant de placer le filtre en place dans l'entonnoir, on introduira un tuyau de paille ou un tube de verre d'un petit diamètre dans le col de manière que le tube dépasse, par ses deux bouts, la longueur du filtre; on s'assure que le filtre n'a pas été endommagé, en essayant de le traverser une petite quantité de liquide; on bouchera le col de l'entonnoir avec le goulot du flacon, au moyen d'une substance insoluble et non attaquant la menstrue, ou bien on le bouchera à l'autre par une membrane animale comme la vessie de cochon, que l'on fixera avec du fil pour la rendre plus adhérente au col du verre. On recouvrira l'ouverture de

ane de ce genre, que l'on rabattra et que l'on ficellera de même, après n d'en mouiller les bords. Ces sortes la propriété de donner issue aux mo- ses, et d'arrêter les molécules alcoo- rées. On conçoit que de cette ma- s ce rapport, l'appareil de filtration 'un vase hermétiquement fermé. D'un ine communication constante étant : tuyau de paille ou le tube de verre, eur du flacon et les régions supé- entonnoir, l'air de l'intérieur du fla- par les gouttes qui tombent à travers ivera une issue pour venir remplacer le liquide qui aura abandonné le filtre, iler à son tour la quantité qui n'a pas de l'entonnoir dans le vase.

t un genre de filtration qui réunit les : la macération (29) à ceux de la fil- e; procédé fort anciennement employé , et auquel on a donné en dernier lieu ltration par *déplacement* (\*); cette ie s'applique cependant en réalité qu'à ujet. Dans cette opération, la poudre ire dépouiller de certains principes rt elle-même de filtre, en se laissant ulot de l'entonnoir, après avoir été lusieurs heures auparavant; le mens- nce à agir par la pression qu'il exerce lance et semble la chasser avant de la ussi trouve-t-on que les premières por- uide filtré sont plus riches en principes res en dissolvant. C'est par la méthode ient que l'on filtre le café à la Belloy. is les officines pharmaceutiques, on se ut lorsqu'on traite une substance par l'appareil suivant (pl. 1, fig. 33): est une allonge (a), dont l'extrémité ntre à frottement dans le goulot du et en forme le bouchon usé à l'émeri. : verre (f) établit une communication ntre l'air contenu dans la capacité du elui qui surmonte le liquide du filtre. : l'allonge, et tout autour du tube (f), ine, avec du coton ou du papier, au- uel on tasse la poudre (p), que l'on se épuiser de ses principes solubles; on la ectée par le dissolvant, pendant un temps déterminé par l'analogie ou e directe; on verse ensuite le menstrue , et l'on ferme l'allonge avec un bou-

chon (b) qui a été usé à l'émeri, sur son ouverture supérieure, pour prévenir les pertes de l'évapora- tion.

137. Les avantages de ce procédé ne sauraient être ni généralisés ni établis *à priori*, et le phéno- mène qu'on a désigné sous le nom de *déplacement* n'est point dû à une loi d'un ordre nouveau. Les observations suivantes, en donnant la théorie de ce procédé, fourniront au manipulateur les moyens rationnels de ne le préférer qu'en connaissance de cause.

138. Les principes solubles, chez les végétaux comme chez les animaux, sont emprisonnés dans des vésicules imperforées, qui s'appliquent les unes contre les autres, et dont nous décrirons la formation en parlant des tissus. Les parois de ces vésicules sont plus ou moins rigides, et plus ou moins perméables à certains liquides, perméables aux uns et imperméables aux autres. Ce sont des outres microscopiques, si je puis m'exprimer ainsi, en quantité innombrable, lesquelles retiennent hermétiquement enfermés certains principes qui se sont élaborés dans leur sein. Dans les diverses phases de la végétation et de l'animalisation, ces principes se trouvent ou à l'état solide concret, ou à l'état fluide; et les intermédiaires entre ces deux états extrêmes varient de la même manière que les dégradations d'une couleur. D'un autre côté, les parois de ces utricules, exposées aux influences de certains agents soit naturels soit artificiels, à l'humidité et à l'air, par exemple, subissent des transformations intestines qui en altèrent le tissu, le désagrègent, et mettent de la sorte à nu le principe que recélait leur capacité; mais ce dernier résultat évidemment ne s'obtient qu'aux dépens de la pureté du principe, qui ne devient libre que pour se mêler, au moindre contact, avec les produits de la fermentation. En conséquence, la macération prolongée d'un organe ne détruirait les parois des tissus, qu'en compliquant la marche de l'investigation analytique.

Afin de mettre à nu le principe qu'on poursuit, le moyen le plus rationnel est donc de rompre mécaniquement les parois des cellules que la macération désagrège si lentement: la mouture et le broiement sont donc préférables à la macération la moins prolongée; car un simple lavage suffira pour enlever le principe débarrassé de ses enveloppes imperméables, et n'y tenant plus que par l'effet d'un simple contact. Or, si ce principe se trouve à l'état solide, la rapidité de la filtration ne permettra pas au menstrue de rester assez long-temps en contact, pour s'en charger au moyen de

y, *Journal de Pharmacie*, tome XIX, page 393. — *Id.*, tome XXI, p. 113.

la dissolution; l'opération traînera donc en longueur, et demandera à être recommencée à diverses reprises. Mais en ayant soin de tenir la poudre humectée quelques heures avant la filtration, on aura par là rendu le principe soluble en le rendant liquide, et, ce qui est l'avantage spécialement signalé dans cette opération, en amenant ce principe à la forme liquide, on l'aura rendu apte à céder sous le poids du menstrue qui recouvre la couche d'organes, et à couler avant de s'être mêlé au dissolvant. Dans les premiers instants, il sera même dans le cas de passer pur de tout mélange avec le menstrue.

139. Mais à quelque degré que l'on pousse la pulvérisation de certains organes, il est indubitable, si l'on cherche à s'en assurer au microscope, que le broiement respecte un nombre assez considérable de cellules, qui dès lors restent inattaquables par la filtration; en sorte que l'extract, obtenu avec le plus grand soin possible, ne représente jamais toute la quantité des principes que recèle le tissu. Les nombres que l'on obtient ne doivent être considérés que comme des approximations industrielles.

140. Les cellules d'un tissu ne sont pas douées du même mode d'élaboration, alors qu'elles se trouvent côte à côte dans le même organe; et partant elles ne sauraient contenir les mêmes principes et les mêmes produits immédiats. Mais rien n'est moins propre que le broiement et la pulvérisation à opérer le triage de ces compartiments microscopiques. Le dissolvant employé dans le procédé de la filtration rencontrera sur son passage des liquides hétérogènes également solubles dans les mêmes réactifs; l'extract obtenu pourra donc être un mélange, que l'on s'exposera à prendre pour un principe unique; et le résultat obtenu induira en erreur la théorie, si l'analogie ne vient pas éclairer l'induction.

141. On conçoit déjà, par toutes ces considérations, que le procédé du *déplacement* n'offrira pas les mêmes avantages pour tous les genres de tissus; les tissus albumineux et mucilagineux, que l'on ne peut réduire en poudre, absorberont le dissolvant sans rien céder à la filtration de leurs principes. Les tissus dont les couches celluluses sont les unes gommeuses, et les autres résineuses, se laisseront de telle sorte par l'effet de la pression, que la résine des unes protégera d'une couche imperméable les couches gommeuses qu'on cherchera à attaquer par l'eau, et les couches gommeuses ou albumineuses protégeront de la même manière les couches résineuses contre

l'action des menstrues alcooliques. L'anatomie et l'analyse microscopique doivent donc précéder et éclairer chaque grand; on s'épargnera, par cette précaution, non seulement des insuccès qui coûtent des pertes de temps qui sont toujours inévitables, mais encore des interprétations théoriques qui passent plus aujourd'hui.

142. SIPHON. Afin que l'agitation et le remuement du vase ne fassent pas remonter le liquide qu'on se propose de décanter, on se sert du siphon. Cet instrument, réduit à sa plus simple expression, est un tube recourbé, dont l'une des extrémités, dont l'une est tenue dans le liquide du vase, et dont l'autre est au dehors assez bas pour qu'elle se tienne toujours au-dessous du niveau. On aspire le liquide par la pression de l'air; l'air pousse le liquide dans le tube où se fait le vide, et le liquide, une fois que l'orifice, s'écoule par son propre poids, l'autre extrémité ne donne pas issue au liquide. Il serait dangereux d'aspirer avec la bouche certains liquides que l'on se propose de décanter; dans ce cas, on remplit d'eau les deux branches du siphon, on bouche avec le doigt l'extrémité qu'on introduit dans le vase, on retire le doigt à une certaine profondeur, et le liquide s'écoule par l'autre extrémité du tube, et finit par entraîner à sa suite la quantité qu'on a besoin de décanter.

143. Une simple modification donne au siphon un avantage qui met le manipulateur à l'abri de l'inconvénient de l'aspiration, et de celui d'introduire le doigt dans un liquide. Sur l'extrémité extérieure (*b'*) du siphon (pl. 1, fig. 26), au point (*a*) inférieur à celui qui termine l'autre branche (*b*), est placé un tube enflé en boule à une certaine distance du sommet, et ouvert à son extrémité (*c*) par celle-ci, en tenant l'orifice inférieur avec le doigt, qu'on lâche, dès que l'aspiration a amené le liquide jusqu'à l'extrémité du tube où il peut obéir à sa propre pesanteur. Le renflement du tube aspirant (*t*) sert donc à la portion de liqueur que la force aspirante serait dans le cas de faire monter. Dans les laboratoires on ne se sert que de siphons en verre.

144. La théorie du siphon est celle de l'écoulement ascendant, dont chaque couche de liquide obéissant aux lois de la pes-

le piston, à l'égard de la couche suivante. On se sert encore, pour la décantation, de formes de bocaux qui remplacent avec les siphons. Ce sont des bocaux ordinaires, la paroi desquels, et à une distance du vase déterminée par l'épaisseur de la couche, on espère obtenir de la précipitation, à l'aide d'une ouverture tubulée, que l'on ferme, dès que le dépôt a cessé de se former; puis, quand le dépôt surmonte, se décante presque sans trouble.

Les arts industriels sont dans le cas de grand parti de ces sortes de vases; dans le laboratoire, on agit sur des quantités trop petites pour en avoir en général besoin.

La CRISTALLISATION est une précipitation particulière, et qui affecte des formes caractéristiques et constantes; elle est le résultat du refroidissement de la liqueur, de son évaporation naturelle ou artificielle, et quelquefois celui de l'exposition de la lumière ou de l'obscurité. Le dépôt qui se forme dans un liquide trouble et d'un rouge ou coloré, n'est pas par cela même une cristallisation; c'est la précipitation des molécules du liquide tenait en suspension et qui enlève la transparence.

La cristallisation a lieu toutes les fois que le liquide ne peut plus dissoudre la substance. Elle a lieu par refroidissement, à l'égard des substances peu solubles ou peu solubles dans un liquide et plus ou moins complètement solubles dans le même liquide, soumis à une certaine température. Elle a lieu par évaporation, pour toutes les substances, lorsque la saturation du menstrue est arrivée à ses dernières limites.

Il y a des substances qui ne cristallisent jamais, avec des formes appréciables au gonio-mètre. On trouve des cristaux dans les minerais, dans les roches, dans les végétaux et les animaux; tels, par exemple, les jolis cristaux de phosphate de chaux, dont nous aurons à nous occuper à la fin de cet ouvrage. C'est que le grand principe de la lumière du laboratoire ont une toute autre influence que l'obscurité du sol ou celle d'une lampe, en effet, ce fluide insaisissable, la lumière, que rien ne saurait compenser. On favorise la cristallisation de ces substances rebelles, en les plaçant dans des circonstances analogues à celles de leur organisation; par exemple, le flacon qui renferme une substance, on le recouvre d'une couche obscure, en laissant

accès à la lumière sur l'une ou l'autre face, soit par une ouverture circulaire, soit par une fente horizontale ou longitudinale. La cristallisation ne tarde pas à se manifester en se polarisant pour ainsi dire avec le rayon qui pénètre le liquide.

148. Par la cristallisation, les substances s'isolent avec une pureté bien supérieure à la précipitation la plus homogène; car l'association des molécules ne se fait plus ici, en vertu des lois de la pesanteur, mais en vertu d'une espèce d'élection que nous désignons sous le nom d'affinité réciproque (*similis similem quærit*). Cependant ce n'est pas à dire que, dès que la cristallisation s'opère, la substance qui reprend cette forme, se trouve déjà, et par ce seul premier fait, à l'état d'une pureté complète, et sans mélange d'aucune autre. La cristallisation n'exclut pas le mélange, bien au contraire; seulement elle le suppose accompli avec une rigoureuse régularité, et partant susceptible d'offrir à l'analyse des nombres constants. Nous savons, par exemple, que l'eau rentre, en proportions définies, dans la cristallisation régulière de toute substance, à laquelle elle servait auparavant de menstrue; et que sa présence imprime même à la cristallisation des formes caractéristiques. Cette proportion d'eau prend le nom d'*eau de cristallisation*.

149. Mais lorsque l'eau dissout un certain nombre de substances, il est évident qu'elle ne saurait entrer dans la cristallisation de l'une d'elles, qu'en sa qualité de menstrue de toutes les autres. En effet, son affinité pour toutes peut bien n'être pas égale pour chacune d'elles, mais elle ne saurait jamais devenir tout à fait nulle pour quelques-unes; sans quoi ces quelques-unes se précipiteraient aussitôt, ce qui n'est pas dans l'hypothèse. Il faut donc que la cristallisation qui s'opère la première de toutes, recèle dans son sein une certaine quantité de toutes les autres, quantité d'autant plus considérable que le liquide en était plus saturé. Afin donc de diminuer la quantité du mélange, on décantera le liquide, on redissoudra la cristallisation dans l'eau pure, et on fera cristalliser de nouveau. L'eau pure se saturant de nouveau de ce mélange, il est évident que l'eau de cristallisation en possédera une moins grande quantité; mais elle en possédera cependant une quantité quelconque, que de nouvelles cristallisations diminueront successivement sans doute, sans pourtant pouvoir la réduire à zéro; la pureté complète est en effet aussi impossible en réalité que le vide parfait. Mais nous jugeons que la cristallisation est parvenue à toute la pureté pos-



sible, lorsque le mélange est réduit à une quantité presque inappréciable à nos moyens d'observation.

150. On donne le nom d'*eaux mères* à la portion du liquide décanté, dont on ne peut plus retirer que des cristallisations confuses et impures.

151. Mais ce que nous venons de déduire de l'observation à l'égard de l'eau faisant l'office de menstrue, doit être vrai à l'égard de tout autre menstrue. Si ce phénomène est inhérent au mécanisme de la cristallisation, il doit nécessairement se manifester, quel que soit le dissolvant. Si donc la cristallisation a lieu dans un acide, nous aurons un *acide de cristallisation*; dans un alcali, nous aurons un *alcali de cristallisation*; dans une substance oléagineuse, une *huile de cristallisation*; enfin dans l'alcool et dans l'éther, un *alcool* et un *éther de cristallisation*. Ces dénominations peuvent paraître bizarres à cause de leur nouveauté; mais la conséquence est rigoureuse, le résultat doit être identique; et cette observation est d'une portée immense en chimie organique; elle donnera la solution de ces milliers d'anomalies que l'on introduit, sous des noms spécifiques, de jour en jour en plus nombreux, dans les catalogues de la science. Car à l'égard de certaines substances qui ne se dissolvent que dans un seul genre de menstrue, et qui se décomposent, lorsqu'on emploie la chaleur pour les en dépouiller, comment constater le mélange, si ce n'est par l'interprétation logique des phénomènes?

152. Ainsi la résine précipitée de l'alcool qui la dissolvait n'offrira pas les mêmes caractères que la résine précipitée de l'éther, d'un acide, ou de l'alcali volatil. Il faut en dire autant des graisses et des huiles, de l'albumine, etc. L'une en effet possédera un *éther de cristallisation*, l'autre un *alcool de cristallisation*, et l'autre un *acide* ou un alcali remplissant une fonction analogue; mélanges que rien, dans nos procédés actuels, ne saurait démêler, mais dont la nouvelle méthode nous apprendra à nous rendre compte, et qui, dans l'ancienne, ont apparu souvent à l'œil de l'observateur, avec les caractères d'un nouvel acide, d'un nouvel alcali, d'une substance douée d'une fluidité ou d'une fusibilité plus ou moins grande que telle autre.

153. Nous donnerons, dans le cours de cet ouvrage, le nom de *centres de cristallisation*, aux molécules du menstrue dont nous venons de parler, et qui servent, pour ainsi dire, de noyau

et de matrice à la *cristallisation de la substance*. Nous renvoyons à la fin de l'ouvrage l'exposition des idées sur lesquelles se fonde cette notation.

154. Les formes cristallines que nous voyons à l'œil nu sont des combinaisons diverses d'angles de diverses ouvertures et de faces, planes en général ou affectant une légère courbure. L'ouverture des angles, jointe au nombre de surfaces, forme le caractère spécifique des cristaux. On détermine l'ouverture des angles au moyen du goniomètre d'Hauy, qui est le plus simple, ou des goniomètres à arc dont Wollaston a donné le premier modèle. Les goniomètres dit-on, fournissent des résultats plus précis. Le goniomètre d'Hauy est une lame formée d'un cercle gradué, au centre duquel on introduit le cristal entre la moitié extérieure de la règle et la moitié correspondante du cercle fixe, de manière que l'arête de l'angle qu'on propose de mesurer corresponde au centre du cercle, et on lit l'ouverture de l'angle sur la graduation opposée de circonférence que limite la moitié de la règle.

Les inégalités et les défauts que l'on remarque assez fréquemment sur les surfaces cristallines, peuvent, il est vrai, influer sur l'exactitude des indications. Cependant, à force de prendre des mesures et des moyennes, on arrive à ce simple appareil, à des résultats d'une assez saine précision.

155. Il ne rentre pas dans les préliminaires du présent ouvrage de décrire et de figurer les goniomètres à réflexion, c'est-à-dire ceux qui mesurent l'ouverture des angles, en présentant successivement les faces d'un cristal, au même point lumineux. Nous pensons que l'on a un peu exagéré leur supériorité sur l'autre; et que vu dans la supériorité de leur exécution et de la précision de leurs indications, et dans la simplicité d'un résultat isolé, un caractère qui assure la constance et l'homogénéité de toutes les mesures de même nom. On aurait dû voir que l'instrument est précis, et plus les défauts observés doivent acquérir d'importance. Les inégalités de surface, qui font dévier les rayons d'Hauy, feront dévier bien davantage les rayons réfléchis chez les autres goniomètres; avec l'un ou l'autre instrument, il n'y a pas moins à avoir recours, en dernière analyse, à des moyennes qui compensent les erreurs avec les erreurs en moins, et rapprochent



on expression essentielle. S'il en est nous le démontre la divergence des qui nous ont donné les mesures le même espèce de cristal, obtenues ments de précision, le goniomètre sède deux avantages sur les gonio- les : celui de la simplicité et celui du prix.

ombinaison de nature différente, sation affecte la même forme qu'une aison, et qui peut se substituer à aucun signe extérieur avertisse l'œil lion, est dite substance *isomorphe*. Ainsi l'iodure de potassium, et le même base sont *isomorphes*, et us les deux en cubes. L'*isomor-* se l'identité des proportions entre ide de l'un et de l'autre sel.

ps de nature différente et de même mais qui cristallisent sous des for- s, ont reçu des chimistes le nom de s ou *isomériques*; on aurait dû les *omorphes*.

aurait exister de corps *polymor-* lire des corps d'une composition et onnée, qui affectent des formes de différentes et variables. Le *poly-* e saurait être qu'un résultat de l'im- nos méthodes d'investigation, à qui mment de confondre sous la même des substances diverses, observées itilé appréciable.

de la chimie organique nous ap- ou tard que bien des substances e sont que des substances *polymor-* faisant découvrir les divers centres on ou de précipitation (148), qui la même substance des formes dif-

le tant de causes accidentelles sont apporter des perturbations à la cris- male d'un corps, on conçoit que, progrès qu'a faits la science depuis ée, elle doit se trouver, encore dans un état peu avancé; et il est u'à part les substances minéralogi- re celles dont les cristaux affectent s assez grandes, il est encore une appartenant aux trois règnes, dont cristallisation n'a pas été déterminé suivie, et par des procédés rigou- ie qu'on jette au rebut, dans nos iques, les plantes à qui la culture

imprime des formes non inscrites au catalogue, et que le descripteur voit des dégénérescences capricieuses dans une variation dont il devrait rechercher la loi, comme le fait l'astronome qui, bien loin de dédaigner l'étude des perturbations, ne s'endort, au contraire, qu'après en avoir formulé la valeur et l'origine; de même, le chimiste a vu des caprices dans les variations des formes cristallines des substances organiques, au lieu de s'appliquer, par la synthèse, et en les reproduisant de toutes pièces, à en déterminer les éléments.

160. Nous aurons plus d'une occasion, dans le cours de cet ouvrage, de fournir des exemples de l'utilité de cette étude.

161. Pour obtenir des cristaux en moins de temps par la cristallisation spontanée, on se sert de bocaux (pl. 1, fig. 20) ou de terrines, ou mieux de larges soucoupes et capsules, que l'on remplit du liquide concentré, qui sert de menstrue, et qu'on recouvre d'une gaze ou d'une feuille de papier percée de mille trous, pour arrêter la poussière au passage; on tient les vases exposés dans des lieux secs, à un grand courant d'air. Mais ce moyen ne saurait convenir aux extraits fermentescibles, parce que la fermentation est susceptible d'altérer ou de modifier les substances cristallisables qui appartiennent au règne organisé.

## CHAPITRE V.

### ÉLIMINATION.

162. L'ÉLIMINATION est le procédé inverse de la PRÉCIPITATION. Dans celui-ci on isole par la pesanteur; dans l'autre, par la volatilisation; dans l'un on recueille et on concentre, dans l'autre on évapore; par l'un, on place la dissolution dans des circonstances propres à provoquer et à favoriser le départ du menstrue et de la substance (27); dans l'autre, on isole la substance, en chassant le menstrue ou un des éléments du mélange; pour effectuer enfin l'élimination, on soumet un corps donné à l'ÉVAPORATION, à la DESSICCATION et à la CALCINATION. Nous allons décrire ces procédés, ainsi que les vases et ustensiles que chacun d'eux réclame.

163. ÉVAPORATION. L'évaporation a pour but d'éliminer un menstrue volatil, et d'obtenir la substance fixe à l'état solide ou liquide, mais sans mélange de celle qu'on a en vue d'éliminer. Nous

avons déjà fait observer (57) que ce dernier résultat est moins réel que théorique, et que la théorie induirait en des écarts considérables, si elle continuait à ne pas tenir compte de la réalité. Quoi qu'il en soit, l'opération est terminée dès qu'on est convaincu qu'en la continuant on n'éliminerait pas une quantité de plus du menstrue.

164. Toutes les substances n'étant pas volatiles au même degré de température, les procédés d'évaporation varient selon la nature des dissolutions. On évapore à froid, on évapore à chaud, et enfin on évapore dans le vide. Dans l'une ou l'autre de ces trois opérations, on place la substance dans une capsule (pl. 1, fig. 36) en verre ou en porcelaine d'une dimension convenable : c'est un vase en calotte de sphère, très-évasé, peu profond, muni d'une rigole pour transvaser les liquides, à parois assez minces, pour que la chaleur puisse se répartir également sur toute la surface, et prévenir les accidents qu'occasionnent, sur ces sortes de vases, les variations brusques de la température. On ne fait usage des capsules d'argent et de platine que lorsqu'on opère sur certaines substances et en petite quantité.

165. Dans l'évaporation à froid, on se contente d'exposer à un courant d'air convenable la capsule recouverte d'une gaze ou d'une feuille de papier qu'on a criblée de petits trous avec une épingle.

166. Pour évaporer à chaud, on place la capsule sur un fourneau soutenu par un trépied, ou mieux sur un bain de sable et un *bain-marie*. On désigne, sous le nom de *bain de sable* une terrine ou capsule de grès (pl. 1, fig. 25 t) remplie de sable fin et pur de toute substance décomposable par le feu ; à Paris, on pulvérise les grès de Fontainebleau pour avoir un sable pur de tout mélange. Dans le *bain-marie* l'eau ordinaire remplace le sable. On tient la capsule évaporatoire plongée jusqu'à une certaine profondeur dans l'eau ou le sable de la terrine que l'on a placée sur le fourneau, et on a l'espoir de cette manière de maintenir l'évaporation au même degré de température, que l'on évalue au thermomètre ou à l'ébullition. Lorsqu'on se sert du bain de sable, et qu'on désire évaluer le degré de température, sans introduire le thermomètre dans la capsule évaporatoire, on en place à côté d'elle une autre remplie d'eau, dans laquelle on fixe à demeure un thermomètre isolé et gradué sur verre.

167. On évapore dans le vide, selon le procédé de Leslie, en plaçant la capsule évaporatoire sous le récipient de la machine pneumatique, à côté d'une autre capsule contenant une quantité suffi-

sante, ou d'acide sulfurique, ou de chaux, enfin d'une substance avide menstrue qu'on veut éliminer. Sans vide par le piston, il est évident que ce qui se dégagent spontanément se trouve enlevé par une substance qui se les approprie ; la vaporisation ne manquerait pas de se réaliser dans un lieu clos aussi complètement qu'à l'air libre pour imprimer une marche plus rapide, on donne de temps à autre qu'on tire le piston, avec assez de précaution pour éviter la violence de l'air condensé dans le récipient, qui pousse pas au dehors le liquide, et même dès que le mercure du baromètre de la machine est descendu à deux pouces. On a soin de n'employer l'acide sulfurique d'une pureté telle, qu'il ne puisse pas débiter un volume aura grossi de toute la vapeur qu'il doit absorber.

168. L'évaporation à chaud est capable de séparer et de décomposer même certaines substances. L'évaporation à froid ne convient pas pour les substances dans lesquelles la fermentation se forme, capable de s'établir ; l'évaporation à froid réunit, pour toutes les substances, les avantages de l'évaporation à chaud et de l'évaporation à froid ; elle soustrait les substances à la dissolution aux influences prolongées, évite la fermentation, et à l'élévation de température qui altère certaines substances.

169. Une substance organique s'altère plus, par l'effet d'une haute température, qu'elle ne s'altère par l'effet d'une basse température. Elle approche davantage de l'état de dessiccation, la voit alors se colorer d'une manière brune, s'écailier, se racornir. Il est prudent de placer la capsule évaporatoire, du bain de sable ou de l'eau, que ces premiers symptômes commencent à manifester.

170. Afin de soustraire la dissolution aux influences de l'eau du bain-marie, on recouvre la capsule évaporatoire par une capsule en verre (pl. 1, fig. 24 co), ou bien par un vase à double fond, dont le supérieur est la capsule évaporatoire, et sur les parois duquel est adaptée une tubulure pour donner issue aux vapeurs, que l'on peut détourner et conduire au moyen d'allonges et de tubes dans les petits laboratoires, ce qui ne serait que des objets de luxe. L'industrie a fourni la forme et les dimensions du bain-marie, et les ressources locales ; il ne reste que dans les attributions du présent ouvrage d'occuper de ces modifications.

les phases d'une évaporation quelconque par quelque procédé qu'on l'opère, il y a un phénomène sur lequel j'ai intérêt à attirer l'attention du lecteur. On remarque en effet que les quantités de menstrue, qui se vaporisent en un temps donné, sont d'autant moindres qu'on s'approche le plus du point où doit avoir lieu l'opération. Qu'on expose à l'air, par exemple, une dissolution alcoolique ou éthérée, on verra que la masse de menstrue se fera évaporer avec une rapidité qui mettra le liquide dans un état violent; mais ce mouvement se ralentit à une certaine époque, et l'évaporation se poursuit avec toute la lenteur qui caractérise la liquescence; après vingt-quatre heures exposée à l'air, il est tel que la substance qui contenait des quantités de menstrue appréciables à l'œil et à l'odorat. Suivons, par l'analyse, la progression, à l'instant où elle semble échapper à nos sens, et nous serons forcés de reconnaître que le menstrue n'est pas éliminé de la substance par cela seul que la quantité combinée est appréciable par des signes extérieurs; que sa présence est dans le cas où elle n'est pas à la substance évaporée, des caractères nous en croirons autorisés de considérer des caractères *sui generis*, faute de pouvoir constater l'origine par des contre-épreuves. Cette expérience vient à l'appui de ce que nous avons déjà eu occasion de dire, au sujet des dissolutions dont les uns ont un certain degré de concentration, les autres sur les autres, comme les éléments, les combinaisons les mieux caractérisées. La rapidité de l'évaporation d'un menstrue dépend à mesure que la quantité de la substance augmente, il faut bien que ce phénomène soit le résultat d'une réaction de la substance avec le menstrue, le résultat enfin d'une finitude; et en suivant la progression de l'expérience directe, il est impossible de déterminer l'époque à laquelle il serait permis de considérer la substance, comme débarrassée des molécules du menstrue.

**EXTRACTION**, *extractum*, *eductum*, est un nom qui désigne les substances qu'on a obtenues, par l'évaporation du menstrue qui les tenait également.

**DESSICCATION** est le complément de l'évaporation, elle a pour but de débarrasser la substance de son menstrue, sans l'exposer à l'altérer, des dernières

molécules du menstrue dont il est possible de la débarrasser. On emploie à cet effet une chaleur plus douce, et l'on remplace le *bain de sable* ou le *bain-marie* par l'*étuve*, espèce de chambre close, dont les dimensions varient, depuis celles d'une chambre ordinaire, jusqu'à celles d'un coffre d'un pied carré, et que l'on chauffe, dans le premier cas, par les tuyaux d'un poêle, et, dans le second, avec une simple lampe ordinaire placée sous le fond du coffret. On dispose les capsules évaporatoires sur des étagères espacées, et l'on ménage au dehors une issue à la vapeur. Dans certains climats, la chaleur de l'atmosphère ou celle du soleil suffit à l'étuvage, et une couche de son ou de mauvaise farine y fait l'office du chlorure de chaux.

174. La dessiccation est d'autant plus prompte et plus complète, que la substance a été préalablement étendue en couches plus minces et sur des vases moins profonds.

175. Dans cette opération, les indications de l'hygromètre remplacent celles du thermomètre. Par l'*évaporation*, on se propose de débarrasser la substance de son menstrue, en vaporisant celui-ci; par l'*étuvage*, on active l'évaporation en chassant de l'atmosphère les vapeurs, à mesure qu'elles se forment. Dans l'une, si je puis m'exprimer ainsi, on chauffe les parois des vases, et dans l'autre, seulement la capacité.

176. La **CALCINATION** ou le **GRILLAGE**, c'est l'évaporation et la dessiccation appliquées aux substances indécomposables par l'action du feu. Les vases évaporatoires qui servent à cette opération sont les *creusets* ou les *téts*. Le *tét* est l'analogue de la capsule; c'est un vase de même forme, mais fait en pâte de grès réfractaire; on le place sur la grille d'un fourneau ouvert (pl. 1, fig. 25 f). Le creuset (pl. 1, fig. 14) est un vase du même grès, plus profond, cylindrique à la base, triangulaire à l'ouverture, que l'on recouvre d'un couvercle de même pâte (a), lorsqu'on se propose de soumettre la substance à un feu de forge, et de tenir le creuset plongé dans des charbons incandescents. On a aussi des creusets en platine pour les expériences les plus délicates. En chimie organique, on se sert de ceux-ci pour l'incinération d'une substance. On calcine à diverses températures que l'on désigne par la couleur que le vase ou la substance y prennent : au *rouge*, au *rouge-cerise*, au *rougé-blanc*, etc. Il est des substances dont la calcination serait trop longue, si l'on ne remuait constamment le mélange avec une *spatule* de métal non attaqué par lui.

177. Les vases qui servent à calciner certains corps, servent aussi à la fusion de certains métaux ou alliages, et à l'oxydation de certains autres. Il est des métaux qui, fondus au contact de l'air, se transforment en oxydes par toute la surface externe de la masse; tel est le plomb, qui finit par devenir entièrement litharge pulvérulente, si l'on s'avise de remuer, avec une spatule, le plomb en fusion, jusqu'à ce que toute la masse se soit changée en poussière. On prévient cet effet, lorsqu'on n'a d'autre but que de fondre le métal seul ou à l'état d'alliage, en lutant avec de l'argile le couvercle à son creuset, et tenant le vase plongé dans les charbons incandescents.

178. La calcination des substances organiques produit sur elles deux effets analogues à la réduction et à l'oxydation, qui prennent, dans *cette branche de la chimie*, les noms de *carbonisation* et d'*incinération*.

179. La CARBONISATION a pour but d'éliminer, par l'élévation de la température, tous les éléments gazeux de la substance, et d'obtenir le carbone mêlé aux sels et bases fixes, avec lesquelles il se trouvait associé, en vertu des lois de l'organisation.

180. L'INCINÉRATION a pour but d'éliminer non-seulement les éléments gazeux de la combinaison organique, mais encore le carbone lui-même, en le transformant, par son oxydation, en gaz acide carbonique gazeux, de manière à n'obtenir du végétal que les cendres, c'est-à-dire le mélange des sels et des bases qui se trouvaient, à un état ou un autre de combinaison, dans la charpente de l'organe incinéré.

181. La CARBONISATION s'opère en vase clos, c'est-à-dire dans un vase qui donne issue aux produits gazeux et aux vapeurs, et nullement accès à l'air extérieur. Tout le monde connaît les procédés des charbonniers, qui, obligés d'opérer sur de grandes masses, disposent les bûches de bois en cône, ménageant au centre une cavité qui sert de fourneau, laquelle prend l'air à la base et rend la fumée au sommet; ils recouvrent le tas d'une chemise de terre qui fait l'office du vase clos, et protège le bois contre l'action de l'air extérieur.

182. L'INCINÉRATION s'opère en vase ouvert, et avec d'autant plus de succès et de rapidité que la substance est exposée à l'action de l'air ambiant

sur une plus large surface. La forme convient mieux à la carbonisation; ce l'incinération. On remarque que certaines substances organiques sont plus difficiles que certaines autres; ce sont principalement des combinaisons inorganiques et variées; ainsi la gomme s'incinère plus facilement que l'amidon, l'alumine moins que la gomme, etc.; cela tient à ce que les produits salins de l'incinération des végétaux, riches de la substance venant à tapisser entièrement des couches suivantes, font l'office du vase clos, favorisent la carbonisation mais rendent impossible toute incinération. Les phosphates solubles, et surtout le phosphate d'ammoniaque, produisent spécialement ce résultat. En effet, le feu élimine l'ammoniac, l'acide phosphorique libre, qui est fixé en une croûte imperméable à l'air, et la surface charbonnée. Dans ce cas, on doit remuer et briser souvent la masse du vase tout rouge du feu, afin que l'air pénètre la substance par suite de l'abaissement de la température; et l'on n'abandonne le vase que lorsque les cendres n'offrent plus de charbon, indices de molécules charbonneuses. Éviter d'exposer le vase aux courants d'air, qui manqueraient pas de projeter au loin les salines les plus ténues.

183. Les produits de l'incinération sentent nullement l'état de combinaison dans l'organisation de la substance. La carbonisation des tissus met en présence de l'organisation tenait à distance; la fusion fournit un dissolvant; le contact des doubles décompositions et les mélanges de température amène les transformations, obtient, en dernier résultat, après une décomposition complète, des sels nouveaux, dont il est difficile de découvrir la moindre trace, et une macération et une dissolution dans l'eau froide (23). Telle est l'origine des carbonates. Ce peut-être pas une seule espèce ne préexiste dans l'organe avant l'incinération; ils se forment aux dépens de l'acide carbonique que produisent la décomposition du carbone du tissu, soit par l'action de l'oxygène de l'air, soit par l'action de l'hydrogène de certains acides organiques combinés dans le tissu à des bases telles que l'action du feu transforme en carbonates le cas des tartrates, des oxalates, des acides.

184. L'effet général de la carbonisation

and le nom de *décomposition*. *stances se décomposent au feu, e à une température plus ou r exprimer que, sous l'influence a perdu ou modifié sa structure mposition précède la carbonisa- s complète la décomposition. On uits de la décomposition; on les ment par l'incinération. Les sels omme les organes; il suffit pour 'autre de leurs éléments soit vo- ne température. ( Voy. le cha-*

ANISATION est aux tissus ce que est aux sels ou aux substances t un déchirement plutôt qu'une 'acide le moins énergique désor- écompose. La désorganisation l'organe, sans en transformer s produits. La désorganisation traction et non une élimination. oncentré, dont l'avidité pour e, désorganise la peau et les au- mparant des molécules aqueuses les éléments de leur structure.

ÉCARTATION est un isolement plutôt des molécules appréciables à la oscope. La désassociation est olécules invisibles. La désagrè- néralge terreux en poudre, un de manière que chaque particule ganisée soit une unité; la désas- s molécules en gaz ou les trans- La mouture désagrége les tissus le broyage pulvérise les miné- intégrantes.

Le vase où s'opère la volatilisation et la gazéifica- tion se nomme *cornue* ou *cucurbite*; le vase où se condensent les produits gazeux, que l'on doit recueillir à l'état liquide ou solide, se nomme *ré- cipient*; l'appareil en entier prend le nom d'*alambic*, lorsqu'il est à demeure et qu'il fonctionne en grand; il prend celui d'*appareil distillatoire* ou de *distillation*, lorsqu'on le construit pour les be- soins d'une expérience de laboratoire, et surtout avec des pièces qui sont dans le cas de servir à toute autre destination.

188. L'ALAMBIC ordinaire a la forme générale dans laquelle rentrent les pièces figurées sur la pl. I (fig. 1, 2, 3, 4). Ses dimensions varient selon les besoins de la consommation; le métal qu'on em- ploie à sa construction est un cuivre étamé à l'in- térieur.

La cucurbite (fig. 1, *cc*) en cuivre étamé, ren- ferme le liquide à distiller jusqu'aux trois quarts environ de sa capacité. On la place dans un four- neau à cheminée latérale, analogue à nos petits poêles à couvercle, de manière qu'enfoncée jus- qu'au rebord (*rr*), elle ferme l'ouverture du four- neau hermétiquement; les deux anses (*aa*) permet- tent de l'enlever et de la replacer à volonté. La tubulure (*t*) sert à introduire une nouvelle quan- tité de liquide dans la cucurbite, pendant que l'ap- pareil est en fonction.

Le *chapiteau* en étain (fig. 2, *c*) s'enfonce par son rebord inférieur (*e*) dans la gorge (fig. 1, *g*) de la cucurbite. On le saisit d'une main par le bec (*b*), et de l'autre par l'anse (*a*). Le chapiteau est recouvert, au sommet, d'un fond légèrement concave (*f*), muni à son centre d'une ouverture, par laquelle on introduit les liquides, lorsqu'on distille au *bain-marie*. Le bec (*b*) s'adapte dans le tuyau (*tu*, fig. 3) du *serpentin*.

Le *serpentin* (fig. 3) se compose d'un seau en cuivre étamé rempli d'eau ordinaire, que traverse, en tournant en spirale, d'où vient son nom de *serpentin*, le tuyau (*tu*), avant de se rendre au robinet (*ro*), qui le termine, et qui donne issue au liquide distillé. Le robinet (*ro*) sert à laisser écouler l'eau du seau, lorsqu'on désire la rempla- cer par une eau plus froide.

189. Supposons maintenant ces trois pièces disposées dans l'ordre que nous venons de dire : le *chapiteau* (fig. 2) s'emboîtant dans la gorge de la cucurbite (*g*, fig. 1) par sa base (*e*), et dans l'orifice supérieur du serpentin (*tu*, fig. 3) par son rebord inférieur (*f*). Les parois de la cucur- bite, chauffées par le feu, comme qui circule autour

## CHAPITRE VI.

### DISTILLATION.

Les manipulations précédentes ont pour objet de séparer la menstrue et les produits de la volatilisation qu'on a rendus. Par la distillation on cherche à recueillir les produits, sous l'influence d'une température plus ou moins élevée, et à les séparer de la menstrue.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

La distillation est une opération qui se fait dans un alambic, et qui consiste à chauffer un liquide dans la cucurbite, et à recueillir les produits gazeux dans le ré- cipient.

d'elle communiqueront rapidement la chaleur au liquide, qui se formera en vapeurs. Celles-ci se rendront vers le fond supérieur (*f*) du chapiteau, et de là dans le bec (*b*), et puis dans la capacité du serpentín, qui leur offrira une température beaucoup plus basse, non-seulement à cause de sa distance de la cucurbite et de sa conductibilité pour le calorique, mais encore à cause du milieu réfrigérant qui mouille sa surface externe; là les vapeurs se condenseront de nouveau en liquide, et arriveront sous cette forme par le robinet (*ro*), dans les flacons en verre ou en porcelaine, qui servent à les recueillir, et qui font l'office de récipient. Ce liquide se nomme le liquide distillé. Lorsque l'eau du seau (fig. 3) s'est échauffée, on a soin de le vider par le robinet (*ro'*) et de le remplir d'une nouvelle quantité d'eau froide. Il est inutile de faire observer que les ouvertures *t* et *o* (fig. 1 et 2), doivent être tenues bouchées avec du liège, pendant la durée de la distillation (\*).

190. Quant aux liquides dont les principes seraient dans le cas de s'altérer, par la haute température que peut atteindre la cucurbite, on les distille au *bain-marie*. On place à cet effet le liquide à distiller dans le seau en cuivre étamé (fig. 4, *bm*), que l'on enfonce jusqu'à son rebord (*rr*) dans la capacité de la cucurbite (fig. 1); on remplit d'eau le double fond, c'est-à-dire l'espace intermédiaire entre les parois internes de la cucurbite, et les parois externes du *bain-marie* (*bm*); on recouvre le *bain-marie* (fig. 4) avec le chapiteau (fig. 2), et on chauffe la cucurbite comme à l'ordinaire. De cette manière le liquide à distiller est exposé constamment à la température de l'eau, qui ne s'élève jamais au-dessus de 100° cent. Dans ce cas le liquide à distiller est introduit par l'ouverture (*d*, fig. 2) du chapiteau; et l'ouverture (*t*, fig. 1) de la cucurbite reste entr'ouvert, afin de donner issue aux vapeurs du bain.

191. Pour éviter que les vapeurs ne se condensent, en touchant le fond supérieur du chapiteau, on a soin de recouvrir celui-ci de substances peu conductrices du calorique, telle que la poudre de charbon.

192. Le bain-marie est remplacé avec avantage par un fond criblé de trous, lorsqu'on se propose de soumettre à la distillation des tiges de plantes.

Le crible tient ces tiges suffisamment parois brûlantes de la cucurbite, loi circuler l'eau autour d'elles.

193. Tel est l'alambic réduit à sa pression pour les manipulations indiquées nous ne nous occupons pas ici des immenses qu'on a apportés dans les distilleries d'eau-de-vie boratoires, on l'a simplifié davantage le construisant en verre; il prend la forme indiquée par la figure 5, pl. 1 : (*cu*) se pose ici sur un *valet* (*v*), ou cou de paille ou de jonc; (*co*), chapiteau miné au sommet par une ouverture (introduire le liquide à distiller; à sa piteau est muni d'une rigole intérieure saillie au dehors en une espèce de b reçoit le produit des vapeurs qui viennent se condenser sous la voûte du chapiteau, par le bec (*b*), que l'on adapte soit à en verre, soit immédiatement au go con qui sert de récipient.

194. Enfin, et dans le plus grand nombre d'expériences de laboratoire, on remplace l'appareil par une cornue en verre (pl. 1, fig. 24, *co*), dont la *panse* ou la *cucurbite*, la *voûte* ou courbure du chapiteau, et le *col* de bec; celui-ci se ferme au moyen d'un bouchon perforé, (*tu*) ou une allonge (*al*). L'allonge est renflée vers l'extrémité, qui s'adapte dans le col de la cornue; par son extrémité opposée elle conduit dans la tubulure du récipient de manière que le col de la *cornue* s'adapte à son extrémité renflée. Nous reviendrons aux modifications de cet appareil indiquées nous occupant des manipulations en

195. La DISTILLATION est donc une opération basée sur ce principe, que les substances d'un mélange ou d'une dissolution se volatilisent en vapeurs, à des températures différentes les unes que les autres, et que leur première forme liquide ou solide se conserve qu'on les soumet à la température ou degré plus ou moins élevé de température; les corps de la nature sont volatils; les vases fondraient et se volatiliseraien

(\*) Dans les grandes distilleries, afin de tenir le serpentín à une température constante et de régulariser la condensation des vapeurs, on se sert d'un serpentín à double fond. Le double fond donne passage à un courant d'eau froide, qui arrive direc-

tement à l'extrémité inférieure, remonte en s'échauffant le calorique qu'elle enlève à la surface du serpentín au dehors, à la hauteur du bec du chapiteau.



qu'il serait nécessaire de produire, en vapeur certaines espèces de substances, nous donnons le nom de *volatils*, aux corps qui se vaporisent à la température, à laquelle nous nommons *corps fixes*, restent dans la cucurbitte, jusqu'à siccité complète. Mais pour les mélanges de substances organiques, ces deux expressions s'appliquent. La distillation a des *huiles fixes* et des *huiles volatiles* ; c'est-à-dire des *huiles* qui restent dans le récipient, pendant que les autres se vaporisent et se condensent dans le récipient, sans perdre leurs propriétés qui les distinguent. La distillation, de cette sorte, le départ des deux d'un mélange, qu'aucun autre procédé ne permettrait le cas d'isoler avec autant de netteté. Lorsque le départ est complètement terminé, on soumet la *huile fixe* à l'action de la chaleur, les particules de l'*huile fixe* se vaporisent, et vont se condenser dans le récipient avec des caractères qu'elles n'avaient dans la cucurbitte, et qui en font, à chaque distillation, tout autant de substances nouvelles. Il en est de même de la portion de substance qui reste dans la cucurbitte, et cela jusqu'à la distillation et à l'incinération du résidu. La distillation a lieu en cette circonstance que par la combustion ; et sa dernière phase n'est plus une vaporisation, mais une gazéification. La substance fixe se compose de sels, qu'en distillant, le charbon abandonnerait, s'il était, dans la cucurbitte, exposé à un courant d'oxygène, et se transformer en gaz carbonisés. Les substances organiques sont décomposées, qu'elles soient *volatiles* ou *fixes*, et on soumet les unes et les autres à une distillation sous l'influence de chaleur ; la distillation prend le nom de *combustion*. Elles se partagent en trois classes distinctes, en sels qui restent dans le récipient, en gaz ou en vapeurs d'eau. Par la combustion, les substances organiques se résolvent en hydrogène et carbone, libres ou combinés. L'oxygène, d'après des expériences nombreuses, manque complètement dans certaines substances ; l'azote accompagne ces trois classes ; la combustion de certaines autres substances, plus rarement le soufre et le chlore se combinent avec ces produits gazeux. Dans la *vaporisation* on distille les substances sans les altérer ; par la *gazéification* on les décompose en gaz.

En rapport de la nature des substances, nous distinguerons une *distillation*

*sèche* et une *distillation humide* ; sous le rapport des produits à recueillir, nous distinguerons une *distillation solide*, une *distillation liquide* et une *distillation gazeuse*. Nous allons entrer dans quelques détails au sujet de chacune de ces éliminations.

119. DISTILLATION SÈCHE. Le mot seul indique suffisamment en quoi la distillation sèche diffère de la distillation humide. Dans l'une on soumet la substance à la distillation sans, et dans l'autre avec l'intermède d'un liquide. La distillation des corps inaltérables au feu (soufre, mercure, etc.) a toujours lieu par la voie sèche, et la seule précaution à prendre, c'est de les préserver de l'oxydation, en les préservant du contact prolongé de l'air atmosphérique. La distillation par la voie sèche ne convient, à une basse température, qu'aux substances organiques qu'un degré de chaleur plus élevé serait dans le cas de décomposer : le camphre, l'acide prussique, etc. On applique encore ce procédé, à un degré supérieur de température, aux substances organiques qui sont dans le cas de subir, jusqu'à la carbonisation complète, une décomposition dont on désire étudier les phases et les produits successifs ; on change alors de récipient à chaque produit qui apparaît avec un nouveau caractère, et l'on note le degré de température et l'ordre dans lequel il a apparu. L'étude des substances organiques par la voie sèche remonte bien haut dans l'histoire de la chimie, je dirais même dans l'histoire de l'alchimie ; je doute qu'à part la nomenclature, elle ait fourni, aux modernes, quelques notions réelles que l'on ne possédât pas alors, et qu'elle ait éclairci un seul des mystères de cette transformation intestinale, de cette violente désorganisation.

200. En vertu de quelles lois et dans quel ordre précis les éléments d'une substance, si homogène auparavant, se séparent, s'isolent, s'associent de nouveau en d'autres substances si variables sous le rapport du nombre, des réactions et de l'aspect ? où se trouve la limite précise de chaque transformation ? quel est le signe caractéristique du principe immédiat et celui du mélange ? quelle est la marche à suivre, pour reproduire à une seconde et nouvelle opération, les phénomènes qu'on a pris tant de soin de noter à la précédente ? Comment faire la synthèse d'une analyse aussi compliquée ? Comment obtenir la preuve de la théorie, la formule enfin de cette loi ?

À la place de toutes ces choses, nous ne possédons que des descriptions aussi variables que les

procédés et les circonstances, autant de différences essentielles que de descripteurs.

201. On a recours à la DISTILLATION HUMIDE, à l'égard des substances qu'il est nécessaire de tenir, pendant toute la durée de l'opération, à une température constante, ou au moins à un degré de température inférieur à celui qui serait fatal aux produits de la distillation. Tout le principe de ce procédé est fondé sur ce que les éléments de la dissolution ne se vaporisent pas, avec la même intensité, à la même température; sur ce que les uns se vaporisent avec rapidité à un degré de température à laquelle les autres restent fixes, ou ne se vaporisent qu'en une quantité qu'il est permis de négliger dans la pratique, et qu'on a espoir de diminuer par des opérations nouvelles. On distille l'eau ordinaire, pour l'obtenir dans le récipient, pure des sels terreux ou des substances organiques fixes. Cependant la pureté de l'eau distillée n'est pas tellement rigoureuse en fait, qu'on n'y retrouve des traces appréciables de certaines substances fixes, qu'elle tenait en dissolution dans la *cucurbite*; je ne parle pas de l'eau pure qu'on aurait recueillie de la distillation d'une dissolution organique; celle-ci en effet ne manque jamais d'être imprégnée d'huiles essentielles de diverse nature, d'acides libres ou de sels ammoniacaux.

202. On distille les plantes qui renferment une huile essentielle odorante ou inodore, par la distillation humide, non pour débarrasser l'huile de l'eau dans laquelle on tient la plante plongée; car l'huile essentielle surnage l'eau qui a passé avec elle dans le récipient; elle s'y épure sans s'y dissoudre, on l'en sépare facilement par le soutirage, et on soutire l'eau, soit par le siphon (142), soit par la décantation, en l'écoulant par la tubulure que l'on pratique à la base de certains récipients (145). La distillation de ces plantes dans l'eau a pour but de fournir, à chaque goutte oléagineuse, un milieu protecteur, à l'instant où l'élévation de température fait crever la vésicule qui la recèle, et de l'isoler ensuite des gommes, albumines, huiles fixes que la même cause a mises également en liberté dans le menstrue commun.

203. Il n'en est pas de même de la distillation des liqueurs spiritueuses, ni d'un liquide chargé d'un acide ou d'une base volatile. Le but vers lequel tendent tous les efforts de l'industriel et du manipulateur est d'obtenir des produits aussi exempts qu'il est possible de leur premier dissolvant, de les *concentrer*, de les *rectifier*, c'est le mot usité aujourd'hui, par de successives distillations; de

*déphlegmer*, c'est le mot des alchimistes qui avaient pour dissolvant l'eau, à laquelle les alchimistes donnaient le nom de *phlegme* ces sortes de dissolution. A cet effet on, c'est-à-dire on replace le produit du r dans la cornue, pour le soumettre à une distillation; ou bien on soumet la dissolution étendue à la température à laquelle l'un des corps se congèle, pour l'isoler par la déca de l'autre; on peut concentrer ainsi l'acide acétique par la congélation de l'eau, bien on fait passer le mélange des vapeurs vers des corps avides de l'une des deux substances et qui respecte l'autre, un mélange de d'alcool et d'eau, par exemple, à travers un dre de chlorure de chaux parfaitement saturé, qui s'empare des vapeurs d'eau, et laisse passer les vapeurs alcooliques; ou bien enfin passer le mélange des vapeurs par un *réfrigérant*, c'est-à-dire un espace tenu à une température basse, les vapeurs se condensent beaucoup plus que l'eau. Les perfectionnements apportés, dans ces derniers temps, au *réfrigérant*, ont augmenté les produits et abrégé la durée des distillations des liqueurs spiritueuses.

204. Nous ne saurions nous dispenser de donner une idée de l'amélioration que Bérard a introduite dans le *réfrigérant* des distilleries. La chaudière (*ch.* fig. 1, pl. 2) à fond concave adoptée pour concentrer la chaleur dans la liqueur spiritueuse (*l*); les vapeurs d'eau et d'alcool passent par l'ébullition dans le chapiteau (*c*), et sortent par le bec (*b*), dans le réfrigérant quadrangulaire beaucoup plus long que l'ancien, fait en cuivre laminé. Celle-ci est divisée toute sa longueur, par des plaques, qui, par des cloisons incomplètes, en s'insérant alternativement et à angle droit sur le fond supérieur et sur le fond inférieur de la caisse, en sorte que les vapeurs, pour arriver à l'orifice B, sont forcées de monter et de descendre, et partant de venir se plier et se condenser alternativement sur toutes les faces de ces cloisons. La caisse est plongée dans un tonneau rempli d'eau à 80° environ. A cette température les vapeurs se condensent et se rendent goutte à goutte au fond du vase; là chaque cloison inférieure est percée, à la base, d'une ouverture qui laisse passer le liquide vers le robinet (*ro*), et de là vers la chaudière, où il va subir une nouvelle distillation afin de se débarrasser de plus en plus de l'excès d'alcool que les vapeurs ne manquent pas, en se condensant, d'entraîner avec elles

d'alcool, elles se rendent libres vers et les transmet au serpent (188), ou ent au récipient lequel les condense à avec la quantité d'eau, qui échappe l'action du réfrigérant. Une nouvelle réduit de plus en plus la proportion xiste l'esprit jusqu'au degré de con- auquel l'on a intérêt de s'arrêter : on tification, en distillant l'alcool sur la ou sur le chlorure de chaux anhydre.

s avons dit que, sous le rapport des diérier, nous distinguerions une *dis-* dide, une *distillation liquide* et une *gaseuse*, c'est-à-dire une distillation : on se propose d'obtenir des vapeurs de se condenser sous forme solide ou une température moins élevée, à la e ordinaire en général; et une dis- laquelle on se propose d'obtenir des i ne se condensent pas à la suite de ce : distinction des vapeurs et des gaz est re : une vapeur est un gaz, dès qu'il a produire, et que, parlant, sa tension plus. Un gaz acquiert toutes les pro- vapeurs, à l'instant où il reprend sa uaire, en sortant de l'état liquide où cédés de condensation l'avaient ramené. tats obtenus par Thilorier, sur le gaz mique, peuvent se prêter à une appli- grand, s'il est possible de se procurer nps donné des quantités suffisantes de eide carbonique, et d'en modérer la e, l'acide carbonique remplacera la notice de la vapeur d'eau, avec une nense et des effets prodigieux.

STILLATION SOLIDE prend le nom de e. Le col de la cornue en est le réci- là que les molécules qui se subliment : condenser, en général, sous forme e amorphe, colorée ou incolore. L'ar- ntre, le camphre, l'indigo, etc., sont e de se sublimer.

## CHAPITRE VII.

### MÉTODE OU ANALYSE ÉLÉMENTAIRE.

MANIPULATION GAZEUSE s'opère ou par ien par *décomposition*.

208. On réduit un métal par la chaleur, en le privant de l'oxygène ou des corps volatils, avec lesquels il se trouvait combiné. On se sert, lorsqu'on veut recueillir les gaz, d'une cornue en grès réfractaire, car le verre fondrait au degré de température qu'on se propose quelquefois d'atteindre; on concentre la chaleur sur la cornue, en ajoutant au fourneau une deuxième pièce de même diamètre et de même pâte, qui augmente la capacité du brasier; elle porte, à l'extrémité supérieure de sa paroi, une échancrure, sur laquelle on appuie le col de la cornue, et que l'on désigne sous le nom de *laboratoire*; on la recouvre d'une troisième pièce voûtée en forme de dôme ouvert au sommet, que l'on nomme *dôme* ou *réverbère*, et qui est destinée à concentrer sur la cornue la chaleur de la combustion; le *dôme* porte, à l'extrémité inférieure de sa paroi, une échancrure qui s'adapte à celle du laboratoire, et permet d'introduire, par cette ouverture latérale, les cols des cornues de toute dimension. L'appareil complet prend le nom de *fourneau à réverbère de laboratoire*. Il est rare que la *chimie organique* ait recours à ce procédé; il ne lui faut pas tant de chaleur pour obtenir les résultats de sa compétence. Le *fourneau évaporatoire* (pl. I, fig. 54, f) suffit à presque toutes ses manipulations; c'est un fourneau en terre réfractaire, séparé, en deux capacités, par une grille (g) de même substance; la capacité supérieure (f) se nomme *foyer*, c'est là qu'on place le brasier par l'ouverture (o); la capacité inférieure (c) se nomme *cendrier*, son ouverture est en (o'), pour donner issue à la cendre, accès à l'air extérieur, et augmenter ou diminuer le *tirage*, selon qu'on ouvre plus ou moins la porte. La porte du foyer (o) remplit la même condition. On soutient les cornues, au-dessus du foyer, au moyen de trépieds circulaires (tr), faits avec de gros fils de fer.

209. La chaleur fournie par un semblable fourneau suffit pour fondre, en quantités minimes, la plupart des métaux, et pour réduire ceux qui en sont susceptibles, l'oxyde de manganèse, par exemple, dont on se sert de préférence, à l'effet d'obtenir des quantités considérables de *protoxyde*.

210. On recueille un liquide distillé, qui est en général gazeux, on recueille le gaz qui se dégage d'un liquide, ou un liquide qui ne soit pas gazeux.

du gaz distillé, ou d'en altérer la pureté. On déplace un gaz par la pesanteur du liquide, on déplace un liquide par la légèreté du gaz; ces deux opérations sont l'inverse l'une de l'autre.

211. Soit, par exemple, la distillation du gaz oxygène, par la réduction de peroxyde de manganèse. Dès que la chaleur se sera communiquée à la poudre du peroxyde, qui se trouve au fond de la cornue en terre (*c*, fig. 34, pl. 1), l'oxygène éliminé par l'action du feu se portera vers la voûte du vase, et si là était pratiquée une ouverture, le gaz se répandrait dans l'atmosphère par sa seule force d'expansion. Mais les parois du vase s'opposant à son ascension directe, et le dégagement continuant à refouler successivement toutes les quantités vers le col, il est évident que, si l'on adapte à ce col un tube de verre recourbé, on pourra amener le gaz qui se dégage dans toutes les directions possibles. Que si on ferme l'extrémité du tube par un bouchon, le gaz, arrivé à un certain état de compression, repoussera au loin cet obstacle. Si, au lieu d'un bouchon, on plonge l'extrémité du tube dans un liquide, le gaz repoussera la couche de liquide qui s'opposera à son passage, et, en déplaçant successivement les couches supérieures, il montera en bulles plus ou moins considérables ou plus ou moins nombreuses, droit vers le ciel. Mais si la surface du liquide est recouverte d'un vase renversé, de la voûte d'une cloche (*cl*), plongée elle-même assez profondément dans le liquide, le gaz, arrêté dans son ascension, refoulera en bas la masse de liquide, la déplacera de plus en plus, finira par occuper toute la capacité de la cloche, et ne commencera à s'échapper au dehors, que lorsque la capacité de la cloche ne donnant plus place à de nouvelles quantités de gaz, celles-ci seront forcées de longer les parois antérieures de la cloche. Si l'on arrête là l'opération, on aura recueilli une quantité de gaz, dont on pourra constater aisément la nature, le poids et le volume; le vase (*v*) qui aura servi à contenir le liquide, prendra, le nom de *cuve pneumatique*, la masse de liquide (*l*) celui de *bain*, la *cloche* (*cl*) celui de *réceptient*, et le support perforé (*s*), qui permet d'introduire l'extrémité recourbée du tube de verre (*t*) sous la cloche, prendra celui de *têt* ou *tablette*.

212. On distingue deux espèces de *cuves pneumatiques* : la *cuve à eau*, ou *cuve hydro-pneumatique*, et la *cuve à mercure*, ou *cuve hydrargyro-pneumatique*. Celle-ci sert aux expériences

de précision, l'autre aux démonstrations, et à toutes les expériences où l'on cherche plus la quantité que la qualité, et à celles dont les produits seraient perdus par le mercure. Les *cuves hydro-pneumatiques* des laboratoires sont de grande dimension, quadrangulaires en bois, doublées de plomb dont l'on recouvre la surface par de vernis gras, afin de préserver l'action des petits globules de mercure qui y laisse tomber dans le cours de ces expériences. Elle est soutenue par quatre piliers, elle est munie de deux rainures opposées, qui reçoivent une tablette assez large pour supporter les cloches de toutes les dimensions, et perforée d'une ouverture circulaire, on introduit l'extrémité des tubes sous les cloches, les ballons ou les vases qu'on désire remplir de gaz. Les *cuves à mercure* ont jusqu'à quatre pieds de diamètre.

213. La *cuve hydrargyro-pneumatique* est de plus petite dimension, les plus grandes ne contiennent rarement plus de 500 grammes de mercure. Ce sont des caisses en bois, creusées dans un bloc de marbre ou de calcaire compacte, dont la fig. 17, représente le plan ordinaire : (*b b b b*) bord supérieur, (*e e e e*) bord interne, moins élevé pour le relief du couvercle; (*f*) fosse profonde, (*r r*) rainures pratiquées dans les deux parois parallèles de la fosse, et qui reçoivent une planchette perforée, servant à l'introduction du gaz dans les cloches et flacons; (*s*) support de la cuve sur laquelle on place les cloches et flacons remplis de mercure, que l'on se propose de remplir de gaz; (*t r*) trou creusé profondément dans le marbre, pour y tenir les tubes gradués, dans lesquels on mesure le gaz. On construit ces sortes de cuves de différentes dimensions, et avec des modifications, mais on peut indiquer dans le but qu'il se propose en fait aussi en bloc de bois enduit de vernis gras. Enfin, pour les expériences où l'on emploie fréquemment les petites cuves, on se sert de la laine, dont la fig. 13, pl. 1, donne la coupe verticale dans le sens de la longueur, on en trouve qui ne contiennent que 5 à 10 grammes de mercure; mais, dans ce cas, une petite cuve de porcelaine, avec un simple têt de même dimension, peut servir, avec le plus grand succès, à la même expérience.

214. On a soin de maintenir les flacons et cloches qui servent de réceptient au

la tablette, afin que les bulles qui viennent leur voûte ne les soulèvent pas au-dessus du mercure. Les flacons renversés se par leur goulot, dans l'ouverture de la cloche, ouverture circulaire par une de ses faces, pour donner passage au rebord du verre et se terminant par l'autre en un parallélogramme de moindre longueur, qui ne donne entrée au gaz du vase. On tient les cloches fixées contre une planchette, en appliquant l'un des cercles du support mobile (c, pl. 3, fig. 11) sur la voûte de la cloche, et arrêtant l'anneau du support contre sa base par la vis de pression (v).

On peut avoir à transvaser les gaz, comme les liquides, soit pour les isoler d'un liquide qui les dissout, soit pour les fractionner en plusieurs essais successifs que l'on entreprend. On emploie, dans ce but, un entonnoir à col très-court et à pavillon très-évasé, dans l'ouverture de la cloche qui communique avec la capacité du vase; on amène l'orifice du *transporteur de gaz* au point du pavillon de l'entonnoir, et l'on abaisse le pavillon jusqu'à ce qu'on ait fait passer dans le réceptacle le volume de gaz qu'on a voulu transvaser. Si l'on doit transporter le gaz d'une cuve à une autre, on place une soucoupe de verre contre le goulot du flacon, dans la cloche; de manière qu'en sortant à la fois le gaz et la soucoupe, celle-ci serve de cuve à l'autre, et s'oppose à l'introduction de l'air exté-

On mesure le volume des gaz au moyen de d'éprouvettes et de cloches (42) graduées (fig. 9-12), c'est-à-dire de vases dont on a fractionné la capacité, par une échelle gravée au diamant sur la paroi du verre. La graduation d'un vase est une opération qui, sans être difficile, exige une grande délicatesse dans l'exécution. Elle consiste à noter, sur le verre du vase à graduer, tous les espaces qu'occupe une quantité égale d'un liquide dont on a déterminé le poids et le volume. Le mercure est le liquide dont on se sert, de préférence à l'eau, parce que l'eau s'attacherait aux parois qu'elle mouille, et qu'on ne serait jamais sûr de verser des quantités égales. Cet avantage du mercure ne laisse pas que d'avoir aussi son inconvénient; car, en vertu des lois de la capillarité, la surface du métal devient convexe, et forme un

obstacle à la vision, lorsqu'il s'agit de déterminer la hauteur précise où le volume s'élève. Pour obvier à cet inconvénient, Faraday avait soin de se servir de mercure qui tenait en dissolution un quatre-millième de plomb, ce qui lui donne pour le verre un degré d'affinité capable d'aplanir la surface. On se procure une mesure propre à la graduation, au moyen d'un tube de verre fermé à la lampe, dans lequel on dépose une quantité de mercure de un, deux à dix centimètres cubes, selon la capacité du vase qu'on doit graduer. On détermine la pesanteur spécifique du métal, et l'on procède à 4° centigrades, température à laquelle un gramme d'eau occupe un centimètre cube. La quantité voulue de mercure étant introduite dans ce tube, on note sur le verre la hauteur à laquelle correspond sa surface; on coupe circulairement le verre aussi près que l'on peut de ce point (\*), on use les bords à l'émeri ou sur l'ardoise, pour enlever les aspérités et atteindre le contour précis indiqué par le signe; on a alors un étalon pour la graduation; on pourrait se construire aussi des étalons en petites caisses carrées de bois dur. On dispose ensuite avec solidité la cloche où le tube, l'ouverture en haut, et dans un plan parfaitement horizontal; on évite de le toucher avec les doigts, et de respirer sur la surface, on l'entoure d'un cercle en cuivre susceptible d'être serré par une vis de rapprochement, qui passe par ses deux bouts. Ce cercle doit servir de régulateur à la vision, et de règle à la graduation. Cela fait, on emplit son étalon de mercure à ras, au moyen d'une plaque de verre qu'on promène sur l'ouverture; on verse le mercure dans le vase; on amène le cercle de cuivre au point où correspond la surface de la quantité du mercure que l'on vient de verser, et l'on trace délicatement, à l'encre rouge, sur les deux parois opposées du vase, deux traits parallèles à la surface du mercure. Lorsqu'on observe à travers jour, dans le but de déterminer le point exact où aboutit cette surface, on en distingue deux au lieu d'une, la première qui correspond au contact du mercure et des parois du verre, et la seconde qui correspond au point culminant de la convexité du volume de mercure. Si l'on se règle d'après celle-ci, il faut l'adopter constamment dans toute la graduation; la première division seule sera affectée d'une erreur équivalant à  $\frac{1}{3}$  de l'épaisseur comprise dans la calotte formée par la convexité du

On coupe le verre en pratiquant une entaille circulaire, au diamant, soit à la lime; on roule dans cette cavité un fil d'huile de térébenthine, on met le feu à l'extrémité

libre; la combustion rapide du fil suffit pour détacher les deux portions du tube, juste au point de l'entaille.



mercure. La graduation étant terminée sur l'une et l'autre face, on s'occupe de la rendre indélébile en la gravant au diamant ; pour cela on commence par tracer une ligne perpendiculaire, à laquelle aboutiront tous les traits horizontaux. On détermine la distance à laquelle on doit tenir la règle de cuivre, pour que la pointe du diamant corresponde au trait, quand le manche en bois est appliqué contre la règle, et alors il suffit d'un mouvement de va-et-vient répété trois ou quatre fois, pour que le trait soit gravé. On a soin de donner plus de longueur à chaque cinquième trait qu'aux quatre autres, à chaque dixième plus de longueur qu'aux cinquièmes, et de l'accompagner du chiffre qui lui convient ; le trait qui termine la graduation vers l'extrémité du vase, et qui, dans les expériences, doit être constamment l'inférieur, étant marqué zéro, et le chiffre cinq se posant au sixième trait pour cette fois seulement. La graduation sur les deux faces du verre offre l'avantage de régulariser la vision, lorsqu'on cherche à déterminer les volumes de gaz, et fournit le moyen de constater, avec la plus grande facilité, que le vase est placé dans la verticale de la première graduation.

217. Le poids des gaz est à déterminer tout aussi bien que leur volume ; il s'agit d'avoir un appareil pour les transporter et les maintenir dans la balance. On se sert à cet effet de ballons (pl. 1, fig. 6), munis à leur tubulure d'un robinet en métal (*ro*), qui s'adapte à leur col par une virole ; d'un autre côté, on a soin de recueillir le gaz dans une cloche (fig. 7), munie au sommet d'un robinet de même structure ; le ballon et la cloche sont remplis du même liquide, et tenus en communication l'un avec l'autre par l'ouverture des deux robinets ; lorsque le gaz a rempli toute la capacité du ballon (fig. 6), on interrompt la communication en tournant les deux robinets et dévissant les deux tiges. Le ballon, dont on connaît le poids à vide, se place de la sorte dans le plateau de la balance, et l'excédant indique le poids du gaz, en tenant compte des indications barométriques et thermométriques, dont nous aurons à nous occuper plus bas.

218. Pour des expériences moins délicates, et aussi pour transporter des gaz, on peut remplacer le ballon par une vessie (fig. 5), que l'on mouille, et que l'on tient tordue pour en chasser l'air. La virole (*vi*) qui la termine étant vissée sur la virole de la cloche (fig. 7), le gaz s'y rendra en la distendant, jusqu'à ce que la force de ses parois s'y oppose.

219. Les gaz et les vapeurs que l'on a et recueillir, ne se dégagent pas avec toute la précision requiert la précision de l'opération. Orifice, en leur faisant traverser, avant de cueillir, des liquides ou des substances en qui soient de nature à dissoudre ou à absorber les principes dont on a en vue de dépouiller la vapeur. Si le gaz est humide, on renchérit le chlorure de chaux les tubes qu'il traverse est mélangé à l'acide carbonique ou à un autre acide volatil, on l'en dépouille au moyen d'une solution alcaline, pour laquelle il n'a point de solubilité. L'appareil qu'on désigne sous le nom de Woulf, quoiqu'on en trouve la figure dans Berzelius, est celui dont on fait le plus d'usage ; les fois qu'on veut obtenir un résultat exact et pousser la précision jusqu'à ses dernières limites, par une seule et même opération ; nous le décrirons d'après la fig. 25, pl. 1.

220. APPAREIL DE WOUWF. Soit le ballon principal en verre (*ba*), qui renferme la substance dont on se propose de dégager un gaz ou une vapeur par le moyen de la chaleur. Il repose dans un bain de sable ou d'eau, dont on remplit un vase ou un vase en métal, qui s'appuie immédiatement sur le fourneau (*f*). On introduit dans sa tubulure par deux trous pratiqués dans le ballon deux tubes, dont les extrémités (*ex*) sont tenues à une assez grande distance de la surface du liquide (*l*) ; l'un (*tu'*) prend le nom de *tube reculé* ; il est coudé et muni d'une boule (b) ; l'on remplit de mercure, ou du même liquide qu'on a déposé dans le ballon (*ba*) ; l'autre tube coudé deux fois à angle droit, et la branche sée se rend dans l'une des trois tubulures du premier flacon (*f'*), au fond duquel on a déposé une couche du liquide (*l*) par lequel on veut purifier le gaz ; l'extrémité de cette branche ne doit pas pénétrer ; le tube (*α*), introduit dans la tubulure latérale, pénètre dans le liquide. La troisième tubulure donne passage à l'une des deux branches d'un tube coudé (*tu''*) dont l'ouverture reste à distance du liquide, et dont l'autre branche va pénétrer dans le liquide au flacon (*f'*). Cette disposition s'applique sur tous les flacons de même structure ; on se propose de faire traverser par le gaz ; l'appareil aboutit ou à une éprouvette (*ex*) ou à une cloche renversée (fig. 34, *cl*), selon qu'on propose de combiner le gaz avec une substance fixe ou de le recueillir. L'appareil ainsi combiné on chauffe le fourneau (*f*), et voici ce qui se passe. Le gaz monte vers la région supérieure du



de sûreté (*tu'*) oppose un obstacle à son passage par le liquide dont on a rempli la boule à son coude; le tube (*tu*) au contraire le laisse passer librement jusqu'au flacon (*fl'*); la pression qu'il exerce sur le liquide du flacon a sa réaction dans le tube ( $\alpha$ ) de la tubulure même qui plonge dans le liquide et lui fournit une issue au gaz, il en trouve une par l'extrémité du second tube (*tu''*), qui, cette fois, va plonger dans l'autre branche dans le flacon (*fl'*), et le gaz traverse le liquide (*l*), pour arriver à l'extrémité du tube, qui doit le transmettre au flacon (*fl'*); à chaque traversée, le gaz se dépouille d'une quantité donnée du principe qui l'altère. On continue l'appareil, en ajoutant autant de tubes qu'il en faut, pour que la proportion du gaz ne devienne inappréciable et se réduise presque à zéro; c'est alors qu'on introduit l'extrémité du premier tube dans le récipient (*ep*). Les tubes de chaque flacon sont tout autant de tubes de sûreté qui s'opposent à ce que la pression qui accompagne le dégagement du gaz ne fasse monter le liquide dans le tube de la tubulure opposée; mais il peut arriver que la pression exercée dans l'un des flacons, fit refluer le liquide vers le flacon précédent, surtout dans le cas où l'extrémité du premier tube (*tu*) serait plongée dans le liquide du flacon (*fl'*); cela équivaldrait à la production du vide dans le ballon (*ba*); c'est pour éviter cet accident qu'on dispose le tube de sûreté (*tu'*), qui, dans ce cas, livre passage à l'air et rétablit l'équilibre.

On se sert du même appareil, pour effectuer la distillation des liqueurs alcooliques. L'alcool, en effet, finit par se rectifier, en passant successivement à travers des quantités d'eau qui s'échauffent au passage, mais toujours en moins; en sorte que la quantité d'eau parvenue à l'un des flacons y reste condensée, faute d'une température suffisamment élevée. On abandonne les molécules alcooliques, à la distillation desquelles cette température suffit.

Après avoir décrit la construction des appareils de distillation et la marche matérielle de la distillation, il est important d'évaluer théoriquement les indications des résultats, et de faire attention à toutes les circonstances. Il ne suffit pas de noter scrupuleusement les caractères que chaque substance peut offrir à notre vue, et les caractères du produit; il faut en pénétrer pour ainsi dire la nature intime, et y démêler, par le raisonnement, les mélanges et les combinaisons qui

mettent en défaut la puissance des réactifs les plus délicats et les moins équivoques.

Si, dans un mélange soumis à la distillation, se trouvent deux substances de nature différente, mais d'égale volatilité et de solubilité égale, il doit paraître évident qu'on sera exposé à en prendre le mélange pour un principe *suif generis*, une fois qu'on l'étudiera dans le récipient; et les nouveaux caractères de ce mélange, devenus plus intimes que jamais, seront d'autant plus trompeurs qu'ils seront susceptibles de se combiner entre eux d'une manière plus variée, et que les deux substances qui le composent seront solubles dans un plus grand nombre de réactifs.

222. D'après ce que nous avons dit, sur la réciprocité des affinités (57), il est évident encore que les gaz dont s'imprègnent les substances volatiles, en se rendant, à l'état de vapeurs, dans le récipient, n'en seront jamais assez complètement éliminés par les réactifs, pour ne pas communiquer un caractère nouveau à ces substances mêmes. L'huile prendra donc l'apparence d'un acide *suif generis*, en s'imprégnant intimement d'un gaz acide, et l'apparence d'un alcali organique, en s'imprégnant d'ammoniaque ou d'un sel organique à base d'ammoniaque. Dégagez ensuite, si vous le pouvez, sans altérer les produits, le gaz de la substance même, au moyen de réactifs capables de coaguler celle-ci; vous ne ferez qu'emprisonner davantage l'acide dans la substance.

Par la même raison de la réciprocité des affinités, une substance fixe pourra être entraînée dans le récipient, par suite de son union intime avec une substance volatile, dont elle partagera dès lors la volatilité et la solubilité; et *vice versa*. Le sucre acquerra la volatilité de l'huile volatile, avec laquelle il se trouvait associé dans la cucurbite, et lui communiquera sa propre solubilité.

223. Or si toutes ces propositions sont irrécusables, on est forcé d'admettre qu'elles se réalisent à chaque distillation d'une substance organique, pour ne parler ici que des substances de ce genre. Les phénomènes d'une distillation quelconque doivent donc être discutés rigoureusement, en présence de ces principes; et l'étude des produits du récipient ne doit jamais être isolée du souvenir du mélange de la cucurbite, si l'on ne veut pas s'exposer à prendre des combinaisons pour des principes, des apparences pour les signes d'une réalité, et donner une appellation spéciale à une simple différence dans les proportions.

## DISTILLATION GAZEUSE DES SUBSTANCES ORGANIQUES.

224. On a reconnu, par l'expérience directe, que toute substance organique soumise à un degré de température suffisamment élevé, à celui de la chaleur rouge, par exemple, se décompose en cendres et en produits gazeux; qu'en dernière analyse ces produits gazeux se réduisent à quatre radicaux : le *carbone*, l'*oxygène*, l'*hydrogène*, l'*azote*; ces trois derniers souvent isolés, le premier toujours combiné à l'un ou à l'autre des trois suivants. Les cas les plus fréquents de ces associations gazeuses des radicaux entre eux, sont ceux du carbone avec l'oxygène (*acide carbonique*, *oxyde de carbone*), du carbone avec l'hydrogène (*hydrogène carboné*), de l'oxygène avec l'hydrogène (*eau*), avec l'azote (*acide nitreux ou nitrique*), de l'azote avec l'hydrogène (*ammoniaque*). Le chlore, le soufre, le phosphore, etc., que l'on trouve combinés avec l'un ou l'autre de ces produits, proviennent des sels, dont la base est restée dans les cendres.

225. L'opération qui n'a pour but d'obtenir que les cendres du corps organique, prend plus particulièrement le nom de *décomposition*; celle qui a le double but d'isoler et de recueillir les cendres dans la cornue, et les produits gazeux dans les récipients, nous l'appellerons *distillation gazeuse*; on a donné le nom d'*analyse élémentaire* ou *analyse des corps organiques* à la distillation gazeuse, par laquelle on se propose de déterminer avec précision, en poids et en volume, les proportions, d'après lesquelles le *carbone*, l'*oxygène*, l'*hydrogène* et l'*azote* se trouvaient combinés, deux, trois ou quatre ensemble, dans la substance qu'on vient de décomposer par le feu. La première application de cette idée est due à Lavoisier; la seconde à Gay-Lussac, qui s'aida du concours de Thénard, pour analyser un certain nombre de substances organiques, et en publier les résultats dans ses *Recherches physico-chimiques*. Le procédé que Gay-Lussac employa d'abord a été modifié dans la suite, et par lui-même et par d'autres observateurs. Nous allons décrire les principaux par ordre de dates, renvoyant à la fin de ce chapitre la critique raisonnée de chacun d'eux.

Il ont tous cela de commun, qu'ils transforment les produits en eau et en acide carbonique, et que l'azote, lorsqu'il existe dans la substance organique, est le seul gaz qui se dégage isolé. Le calcul donne ensuite les quantités d'oxygène,

d'hydrogène et de carbone qui entrent dans la composition de l'eau et du gaz acide carbonique dont on a déterminé préalablement les proportions en poids ou en volume. En effet, si une substance est composée, en volume, de deux parties d'hydrogène et d'une partie d'oxygène, en poids de 10 d'hydrogène et de 100 d'oxygène; l'acide carbonique étant composé à son tour, en volume de vapeur de carbone, d'une partie d'oxygène, et en poids de 12 de carbone et de 200 d'oxygène; il est évident qu'en appliquant une simple règle de trois, on obtient les quantités respectives d'oxygène et d'hydrogène qui entrent dans la composition d'une substance donnée d'eau pure, et les quantités respectives d'oxygène et de carbone qui entrent dans la composition d'une quantité donnée d'acide carbonique.

226. Mais pour transformer, en acide carbonique, l'oxygène, l'hydrogène d'une substance organique, il faudra que la substance possédât, par devers elle, assez de combustible pour suffire à la combustion de son carbone, et c'est ce qui n'a pas lieu; on a aussi, à la place de ces deux produits, cherché à recueillir un mélange d'eau, de divers corps oléagineux, et de diverses combinaisons gazeuses dans le récipient, le charbon plus ou moins volumineux d'après la nature de la substance, si l'on se contentait d'exposer la substance organique, sans autre mélange, à la combustion, sous l'influence de la chaleur, et donc cherché à compléter la combustion de l'hydrogène en eau, et de tout le carbone en acide carbonique, en soumettant au même feu la substance à analyser et une portion de combustible, par l'élévation de température, à dégager, par l'élévation de température, d'oxygène qu'en réclame la combustion complète de la substance en sorte que dans le vase qui sert de récipient ne reste plus un atome de la substance à analyser et que dans le récipient il ne passe aucun corps *comburant* que de l'oxygène et de l'hydrogène qu'on tient compte.

227. Telle est la théorie du procédé de Gay-Lussac, les plus récentes modifications.

### *Procédé de Gay-Lussac*

228. Comme corps *comburant*, Gay-Lussac employait le *chlorate* de potasse, dont, par la décomposition à part, il avait soin de déterminer la proportion d'oxygène; il mêlait intimement la substance donnée de ce sel avec un poids donné de substance organique, en les broyant ensemble avec l'humidité; et après avoir desséché la

ant, pendant un espace de temps suffisant, l'ébullition de l'eau bouillante.

L'appareil, qui servait à la combustion, se composait d'un tube de verre vertical fort épais, d'un décimètre de long, et fermé à la lampe à l'extrémité inférieure, qui, à cinq centimètres de l'ouverture, c'est-à-dire de l'extrémité supérieure, communiquait avec un tube de verre soudé, qui se courbait trois fois, pour aller introduire le gaz, à travers le bain de mercure, dans le récipient destiné à servir de récipient aux gaz. L'ouverture du tube vertical entraînait dans le bain de mercure, au moyen d'un mastic qui résistait à 40°. Cet appareil en cuivre supportait une clef, dont la clef, au lieu d'être perforée, avait une saignée pour donner passage à l'air, mais dont la tige était creusée, à sa portion médiane, d'une cavité capable de loger un corps du volume d'un pois; et le tout se terminait par un entonnoir qui correspondait juste à la cavité que nous venons de décrire. C'est par cette petite cavité qu'on introduisait le mélange dans le tube de verre vertical, au fond duquel devait s'opérer la combustion organique. Pour cela, on moulait la pâte en la faisant entrer dans un emporte-pièce en laiton, de 0<sup>m</sup>,0025 de diamètre intérieur; on faisait sortir la pâte de ce cylindre au moyen d'un petit piston de même diamètre; et on faisait le cylindre moulé en boulettes du calibre qui convenait pour adapter à la cavité de la clef du robinet. On graissait la clef, pour que le tube vertical ne fût pas graissé; et pour empêcher la graisse de couler, on recouvrait la douille de glace que l'on déposait dans une capsule de laiton soudée à sa base.

Le tube vertical de verre passait par un trou percé dans une brique, sur laquelle reposait le coudé qui devait se rendre dans le récipient; et on s'y mastiquait au moyen du lut de terre.

Cette brique était soutenue par deux autres briques, de sorte que l'on élevait sur un socle à côté de la cuve à mercure, à la distance d'environ 0<sup>m</sup>,15. L'extrémité du tube de verre se appuyait sur une grille de fer, qui reposait dans les deux murs de brique. On mettait à peu des charbons allumés sur cette grille, de proche en proche, pour n'échauffer le tube que graduellement; on plaçait ensuite au-dessus de l'extrémité, une lampe à esprit-de-vin, qui bientôt la chaleur au rouge obscur. On engageait l'extrémité du tube sous le goulot d'une éprouvette pleine de mercure; on faisait tomber en même temps, en tournant le robinet, quelques boulettes de la

substance, qui s'enflammaient en tombant, et donnaient lieu à un dégagement de gaz, lequel chassait l'air de l'appareil; en sorte que celui-ci finissait par ne plus renfermer que du gaz de même nature que ceux qu'on se proposait de recueillir, résultat que l'on pouvait considérer comme complet, après la combustion d'une vingtaine de boulettes.

251. Cela fait, on enlevait l'éprouvette de mercure, dans laquelle on avait reçu le dégagement des premières portions de gaz, et on la remplaçait par un flacon renversé plein de mercure, et dont on connaissait la capacité. On pesait, à un demi-milligramme près, la quantité de boulettes qu'on avait à décomposer, et qu'on avait eu la précaution de renfermer hermétiquement dans un vase, à l'abri de l'humidité. On les projetait une à une dans le tube vertical incandescent, et on enlevait le flacon, dès qu'il était plein de gaz. On pesait alors de nouveau la quantité de boulettes restantes, et on recevait les gaz dans un nouveau flacon plein de mercure; et ainsi de suite jusqu'à ce que la quantité de substance à analyser fût épuisée.

252. L'opération terminée, on avait toutes les données nécessaires pour déterminer la proportion des principes, dont se composait la substance organique, avant sa combustion.

253. En effet, la combustion de la substance organique ayant été opérée exactement dans les mêmes circonstances pendant toute sa durée, il est évident que la proportion des produits, en poids et en volumes, sera exactement la même dans chacun des flacons où on les aura recueillis; qu'en conséquence les analyses du contenu de chacun d'eux devront présenter des résultats aussi concordants qu'il est possible de les attendre, et qu'en prenant des moyennes, pour faire disparaître les légères différences qui les distinguent, on pourra se flatter d'avoir approché aussi près que possible de la vérité.

254. On commençait l'analyse par sacrifier une certaine quantité de gaz, à des essais ayant pour but de s'assurer que l'oxyde de carbone n'entre pour rien dans le mélange. A cet effet on introduisait le mélange gazeux dans l'eudiomètre (pl. 2, fig. 2), ainsi qu'un volume de gaz hydrogène formant le 6<sup>e</sup> du volume total: 20 sur 120; on faisait passer l'étincelle électrique à travers le mélange; si le mélange se réduisait du quart, c'est-à-dire de 30 sur 120, on était assuré que les produits étaient purs d'oxyde de carbone; si la réduction du mélange gazeux était de plus du quart, le résultat de l'expérience était incertain.

235. On constatait ensuite la présence ou l'absence de l'azote, soit par l'emploi du phosphore, soit par la décharge eudiométrique. Le premier procédé consistait à absorber l'oxygène par le phosphore, après avoir absorbé le gaz acide carbonique par la potasse; le résidu gazeux était de l'azote; le second procédé consistait à mêler, dans l'eudiomètre à mercure (pl. 2, fig. 2), deux volumes de gaz hydrogène, avec un volume de la portion de gaz, que n'avait pas absorbé la solution de potasse caustique; à faire détoner l'étincelle électrique à travers le mélange; si après la détonation il restait du gaz dans l'eudiomètre, il renfermait de l'azote; car on se trouvait avoir introduit assez d'hydrogène, dans l'eudiomètre, pour combiner toute la portion gazeuse en eau, si elle avait été formée uniquement d'oxygène: l'eau étant composée d'un volume d'oxygène et de deux d'hydrogène.

Ce point de la question étant une fois fixé, et lorsque les produits ne renfermaient pas d'azote, on procédait à la détermination des proportions. On faisait passer sous le mercure une portion de gaz dans un tube gradué; on introduisait dans le tube une petite quantité d'une forte dissolution de potasse caustique, qui absorbait le gaz acide carbonique, et faisait monter le mercure d'autant; on mesurait le résidu, qui ne se composait plus que d'oxygène, que l'on défalquait du volume total; on avait ainsi les proportions relatives de gaz oxygène et de gaz acide carbonique en volume. On traduisait les volumes en poids, en les multipliant par la densité respective du gaz oxygène et du gaz acide carbonique, en vertu de cette formule  $\frac{P}{V} = D$ ,

et  $V \times D = P$ . Comme on connaissait le volume total du produit gazeux de l'expérience, on appliquait à la totalité, par une règle de trois, les résultats numériques de la moyenne des expériences partielles; on avait ainsi le poids total de l'oxygène isolé et celui de l'acide carbonique. Puis, par un nouveau calcul, on déterminait le poids de l'eau, en défalquant la somme du poids de l'acide carbonique et de l'oxygène, du poids de la substance organique brûlée, ajouté à celui de l'oxygène dégagé par le chlorate de potasse. Nous avons dit (228) qu'on avait soin de déterminer d'avance la quantité d'oxygène que le chlorate employé renfermait. La quantité d'eau, en effet, devait être égale au poids de la substance organique + l'oxygène du chlorate, — le poids de l'oxygène et de l'acide carbonique recueillis à l'état de gaz. Par tout autant de règles de trois, on déterminait le

poids de l'oxygène, de l'acide carbonique on ajoutait ces deux sommes à celle de obtenu à l'état de gaz; on défalquait, de la totale, la quantité dégagée par le chlorate; tant d'oxygène appartenait à la substance organique. Cette opération (225) donnait tous les temps les quantités relatives de carbone, d'hydrogène; et, par de nouvelles règles de trois, déterminait combien, sur 100 parties de substance organique renfermait de carbone, et d'hydrogène.

236. Lorsque l'azote se trouvait au nombre des produits gazeux de la combustion de la substance organique, on en déterminait la proportion en avoir soustrait l'acide carbonique par la potasse, en exposant le résidu à l'action continue du phosphore, qui, en consommant l'oxygène, permettait de mesurer l'azote.

237. Le chlorate de potasse, employé comme corps comburant, ne remplissait pas tout le but et avec une garantie suffisante, dans les conditions du problème; on arrivait difficilement à porter la chaleur assez haut pour que la combustion fût complète, et, dans l'expérience, les quantités considérables de substance organique étaient projetées vers les parois supérieures du tube vertical à combustion (229). Par suite de la combustion incomplète, il se produisait une analyse des matières azotées, ou de l'azote ou de l'oxyde nitreux, dont la présence était nuisible à son alcalinité pour l'une, et au contraire rutilantes que fournissait l'autre, au contraire d'une certaine quantité d'air extérieur, dont l'absence, dis-je, ne pouvait manquer de compliquer les difficultés de l'analyse, et d'en rendre les résultats fautives. Gay-Lussac remplaça le chlorate de potasse par l'oxyde de cuivre, qui est le corps comburant auquel on s'est définitivement arrêté.

#### *Procédé de Berzélius.*

238. Berzélius modifia le procédé de Gay-Lussac; dans le but de brûler lentement la substance organique, afin de la brûler complètement, il combinait la substance avec l'oxyde de cuivre, et mêlait ensuite la combinaison avec le chlorate de potasse, et l'introduisait dans un tube fermé par un bout, qu'il chauffait graduellement en marchant de l'extrémité ouverte vers l'autre bout fermé.

L'auteur mêlait une partie de la substance organique avec 5 à 6 fois son poids de

et puis avec 10 à 12 fois son poids de sel dans un mortier échauffé à 100° ou au delà. Dans lequel s'introduisait ce mélange dans un demi-pouce de diamètre intérieur; on place au fond une certaine quantité de chlorate de potasse et de sel marin, non en contact avec la substance organique. Après avoir recouvert cette première couche, le mélange organique, on le recouvrait de chlorate de potasse et de sel marin; cette disposition avait pour but d'envelopper la substance d'une atmosphère d'oxygène, avant de la chauffer, pour qu'il ne s'échappe une seule molécule à la combustion, et de continuer le dégagement de l'oxygène pendant la combustion, pour chasser tout le gaz carbonique du tube vers le récipient. Tout ainsi disposé, l'auteur soudait et effilait à la extrémité ouverte du tube, qu'il introduisait une petite allonge sphérique, qui était destinée à recevoir l'eau dégagée par la combustion. Un col de ce petit vase s'introduisait de nouveau dans un tube rempli de chlorure de chaux, qui retenait au passage les molécules aqueuses dissoutes dans le premier appareil. Ces trois tubes étaient unies ensemble, au moyen de tubes faits en caoutchouc, dont on avait soin de laisser les parois immédiatement en contact avec les vapeurs et les gaz qui devaient se dégager. Le tube à chlorure recevait un petit tube qui à son extrémité recourbée allait s'engager dans une cloche pleine de mercure.

Après avoir soufflé dans le tube plein du mélange, que l'on avait sur un plan incliné, le bout fermé en caoutchouc, lorsque l'opération était terminée, on évaporait la proportion du gaz en poids ou en volume: on pesait le tube, en introduisant dans la cloche une spirale pleine de potasse et fermée avec du caoutchouc, que l'on pesait soigneusement avant et après l'exposition au gaz, durée qui ne devait pas être de moins de douze heures; l'excès du poids du tube était le poids de l'acide carbonique. On obtenait le poids de l'eau, en pesant l'allonge où elle avait été absorbée par le chlorure de chaux. Le gaz qui restait dans la cloche s'obtenait par le calcul, ce qui n'offrait pas la moindre difficulté, quand ce n'était pas un mélange d'azote et d'hydrogène; car on connaissait la perte que la combustion avait fait éprouver en poids au mélange des combustibles et comburantes; le poids de l'eau, et celui de tout le gaz qui restait; la différence était le poids de l'acide carbonique.

par l'hydrate de potasse, et notant le point où le mercure montait après l'absorption; puis en absorbant l'oxygène par le phosphore, et notant le point où le mercure était de nouveau monté; s'il se trouvait un résidu, c'était de l'azote; on avait ainsi les proportions en volume de ces trois gaz; le volume étant connu, le calcul en déduisait le poids; or, la différence entre le poids des gaz et le poids du mélange constaté avant la combustion, représentait le poids de l'eau; on déduisait enfin les proportions de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote, par tout autant de règles de proportions, comme ci-dessus.

239. Dans la suite, Berzélius a adopté, comme corps comburant, de préférence au chlorate de potasse, l'oxyde de cuivre, dont Gay-Lussac avait signalé les avantages, surtout pour l'analyse des substances azotées; l'emploi du chlorate de potasse donnant le plus souvent lieu à la formation d'acide nitreux; et en général tous les chimistes qui se sont occupés, après lui, d'analyses élémentaires, ont suivi l'exemple de Berzélius.

240. On se sert d'oxyde pulvérisé, que l'on mêle, en proportions déterminées d'avance, avec la substance organique, mais l'oxyde de cuivre étant en excès; on divise le mélange par de la tournure de cuivre non oxydé, ou par une spirale en cuivre qui s'étend d'un bout d'un tube à l'autre. Après l'expérience, on déduit le poids des gaz, par la pesée directe ou par le calcul. On pèse le tube à combustion; la différence entre le poids du tube avant l'expérience d'un côté, et entre la somme du poids du même tube pesé après l'expérience, et du poids des gaz de l'autre côté, indique le poids de l'eau formée, dans le cas où on n'aurait pas disposé l'appareil de manière à peser l'eau directement.

241. L'oxyde de cuivre absorbe facilement l'humidité de l'air; on doit prévenir cet accident par les précautions d'usage, en opérant le mélange. On se le procure de la manière suivante: on dissout dans l'eau pure le sulfate de cuivre cristallisé et pur, on le précipite par le carbonate de potasse; on fait bouillir le précipité avec un excès d'alcali, pour décomposer tout le sulfate qui se précipite avec le carbonate dans les premiers moments; on lave et on calcine le précipité, afin d'éliminer l'acide carbonique; l'oxyde de cuivre reste pur.

#### *Procédé de Saussure.*

242. Le procédé de Saussure est en principe le même que celui de Berzélius; l'auteur mêlait la substance



organique avec cinquante fois son poids de sable pur et préalablement calciné; il introduisait une quantité déterminée de ce mélange, contenant environ 5 à 6 centigrammes de la matière à analyser, dans un tube de verre ayant 6 pouces de longueur et un pouce de diamètre, fermé à la lampe par un bout, courbé au milieu à angle droit, et terminé à l'extrémité ouverte, par un robinet exécuté avec le plus grand soin. Il adaptait ce robinet à celui du récipient de la machine pneumatique, faisait le vide dans l'appareil, le remplissait de gaz oxygène, faisait le vide une seconde fois, et le remplissait d'une nouvelle quantité de gaz oxygène, pour en chasser entièrement l'air atmosphérique et le remplacer par ce dernier gaz; il tournait alors le robinet de l'appareil; de la sorte la substance organique ne se trouvait en contact avec d'autre corps comburant qu'avec l'oxygène. Il avait soin, avant de tourner le robinet, de noter l'état du baromètre et du thermomètre. Il chauffait ensuite la poudre suffisamment étendue sur la paroi du tube, en y promenant de point en point la flamme d'une lampe à esprit-de-vin; l'oxygène brûlant la matière, c'est-à-dire se combinant avec elle, se condensait, au lieu de se dilater par la chaleur, et l'on n'avait pas à craindre l'explosion du tube. L'opération terminée, on laissait refroidir le tube, on l'ouvrait sous le mercure, on déterminait le volume du gaz qui s'y trouvait contenu, et on le déposait sous un récipient pour l'analyse ultérieure: on rinçait le tube avec 50 grammes d'eau pure, que l'on distillait sur la chaux vive, pour savoir si elle contenait de l'ammoniaque; et on évaluait la quantité d'eau, par la différence du poids des gaz desséchés sur le chlorure, avec le poids de la substance avant l'analyse; le volume d'oxygène employé comme corps comburant étant connu, il était facile de déduire les rapports des éléments, qui rentraient dans la composition de la substance organique.

243. Proust avait d'abord adopté, comme corps comburant, l'oxyde de cuivre; il se servait, pour chauffer, de la lampe d'Argant, dans le canal intérieur de laquelle il conduisait le tube de verre rempli de la substance organique. Dans la suite, il combina cette méthode avec celle de Saussure, en ce sens qu'il chercha à faire passer les produits de la combustion, par une série de tubes remplis d'oxygène, qui se trouvaient chauffés également. Cet appareil compliqué et dispendieux n'a point été adopté; il n'est pas à la portée de toutes les bourses, et son emploi exige beaucoup trop de temps.

244. De modifications en modifications, mistes se sont arrêtés au procédé de Liebig

*Procédé de Liebig (pl. 2, fig. 5)*

245. Le principe sur lequel repose le de Liebig, qui n'est qu'une modification du procédé de Gay-Lussac (240), est d'absorber les produits principaux de la combustion de la substance par le chlorure de chaux, l'acide carbonique par une dissolution concentrée de potasse, et de recueillir à l'état gazeux l'azote, lorsqu'il se dégage. La différence entre le poids du gaz plus celui de la potasse, avant l'expérience, et entre le poids des mêmes substances après la combustion, donne le poids de l'eau et de l'acide carbonique produit par la décomposition de la substance organique; on déduit le poids de l'azote de son volume; on connaît la quantité de gaz oxygène dégagé, par la pesée du tube avant et après la combustion.

246. La substance organique mêlée à l'oxyde de cuivre en proportions déterminées, est introduite dans le tube de verre (*tu*), fermé et tiré à la lampe par une de ses extrémités; le mélange doit occuper un espace de 5 à 6 centim. et l'on achève de remplir le reste de la capacité du tube, jusqu'à environ 3 centim. de l'ouverture, avec de l'oxyde mélangé de tournure. Ce tube est en verre vert, long de 40 à 50 centim., et de 10 à 12 millimètres de diamètre. L'extrémité ouverte du tube reçoit, par un bouchon, qui s'enfle à son milieu en deux boules, un mélange de fragments de chlorure de chaux, et qui est unique, au moyen d'un tube de caoutchouc, à un autre tube (*po*), lequel se coude au milieu en un triangle enflé en cinq boules, dont les deux inférieures sont remplies d'une dissolution de potasse caustique à 40° Baumé. Cet appareil se joint, au moyen d'un tube en caoutchouc, au tube coudé (*tu'*), qui sert à introduire le mercure (*ep*), l'azote qui serait dans le tube se dégager. Le tube à combustion (*tu*) est fermé par une grille en fil de fer munie de 8 ouvertures, sur un fourneau (*f*), qui ne diffère de celui dont se servent les repasseurs que par la chauffe de leurs fers. On place un écran en fer (*e*) vers l'extrémité ouverte du tube, afin de ne pas nuire à la condensation complète des vapeurs aqueuses dans les boules à chlorure de chaux (*ch*).

247. Le tout étant ainsi disposé, il est



anique brûlée par l'oxygène  
 i cuivre, se transforme 1° en  
 rure (*ch*) absorbe au passage,  
 e qui traverse impunément le  
 combiner avec la potasse, en  
 ement la dissolution alcaline  
 es deux supérieures servant de  
 ix quantités de liquide alcalin  
 is le cas de soulever. Quant à  
 va se rendre sous le mer-  
 support (*s'*) sert à soutenir  
 la hauteur voulue, le tube à  
 ands supports (*s*) se suspend  
 s cinq boules à potasse; les  
 de chacun de ces supports  
 abaisser les points d'appui à

une exécution si peu compli-  
 que de demander des précau-  
 la manipulation. L'attention  
 cipalement sur les moyens  
 e cuivre parfaitement sec, et  
 absorption de l'eau et de l'acide

: mêler, à l'oxyde de cuivre,  
 même métal grillée, afin  
 et d'ouvrir un passage libre  
 ix gaz qui se dégagent. Au  
 ompe à air (pl. 2, fig. 4, *pm*),  
 épouiller l'oxyde de cuivre de  
 ont il s'imprègne avec tant  
 t de l'air. Cette pompe (*pm*)  
 net à sa base, et communique  
 également d'un robinet (*ro*,  
 ses extrémités. Ce tube hori-  
 au moyen de tout autant de  
 , d'un côté avec un tube hori-  
 ses deux extrémités, et rempli,  
 t, de chlorure de chaux; et  
 cal (*tu'*) qui plonge dans le  
 utre avec le tube (*tu*) rempli  
 yde et de la substance à ana-  
 e dans un bain-marie (*b*), au  
 lindre en fer-blanc qui vient  
 e (*gr*) du fourneau (*f*). L'extré-  
 à combustion (*tu*) s'implante  
 bo) qui le maintient fixe. Tout  
 on chauffe le bain-marie (*b*); on  
 r), tous les autres étant ou-  
 e dans l'appareil au moyen de  
 marque avec un curseur la  
 e mercure (*m*) s'élève dans le  
 on ferme le robinet (*ro*), et si

le mercure se maintient à cette hauteur pendant  
 quelques instants, c'est une preuve que l'appareil  
 ne fuit pas, et que l'opération se trouvera de la  
 sorte à l'abri de l'air extérieur, qui pourrait s'in-  
 troduire, sans s'être dépouillé de son humidité  
 hygrométrique. Cela reconnu, on ouvre les trois  
 robinets du tube horizontal, pour laisser entrer  
 l'air par le tube à chlorure (*ch*), où il se dessèche  
 en passant. On recommence ensuite à faire le vide,  
 et on recommence 12 à 15 fois; on est sûr alors  
 d'avoir enlevé toute l'humidité du tube à combus-  
 tion. On se hâte enfin de placer celui-ci (*tu*) sur  
 le fourneau (fig. 3), et de l'adapter au reste de l'ap-  
 pareil. On décompose la substance organique, en  
 chauffant d'abord du côté de l'extrémité ouverte,  
 et s'avancant peu à peu vers l'extrémité fermée.  
 Dès que le tube de verre est porté au rouge vif  
 vers son ouverture, on pousse deux ou trois  
 charbons vers son extrémité effilée, afin que les  
 vapeurs ne viennent pas se condenser sur ce  
 point. Que si le dégagement de gaz acide carboni-  
 que se faisait avec trop de rapidité, on s'empres-  
 serait de diminuer la chaleur, en enlevant quelques  
 charbons; sans cette précaution, le gaz passerait  
 à travers la solution de potasse, sans se combiner  
 avec elle, en la projetant dans les boules vides du  
 tube (*po*).

250. La combustion une fois complètement  
 opérée (ce que l'on reconnaît à l'absence des  
 gouttes oléagineuses ou des vapeurs empyreumati-  
 ques qui ne manquent pas de se montrer dans les  
 parties froides de l'appareil, toutes les fois que la  
 substance organique n'a été qu'imparfaitement  
 brûlée), on passe à la détermination des propor-  
 tions des produits obtenus. On casse l'extrémité  
 effilée à la lampe ( $\alpha$ ) du tube à combustion (fig. 3),  
 on y adapte un tube rempli de fragments de chaux;  
 on aspire l'air par l'extrémité du tube à potasse  
 (*po*); de cette manière on attire la quantité d'eau  
 et d'acide carbonique qui pourrait se trouver dans  
 l'appareil, vers le chlorure et la potasse qui les  
 absorbent. Tout se réduit alors à des pesées.  
 L'excès de poids de la solution de potasse (*po*)  
 donne le poids de l'acide carbonique, l'excès de  
 poids du chlorure de chaux donne le poids de l'eau.  
 Cette quantité d'eau et d'acide carbonique ne  
 saurait être que le produit de la combustion de la  
 substance organique par l'oxygène du corps  
 comburant; elle doit donc se trouver supérieure  
 en poids à la quantité de substance brûlée; en  
 soustrayant donc le poids de la substance brûlée  
 du poids de ses produits, on obtient le poids de  
 l'oxygène qui lui est étranger, que l'on défalque

aurions tenté dans ce défi, la nature le réalise tous les jours dans les analyses ordinaires, et le catalogue des substances organiques compte plus d'un de ces corps trompeurs, que la nouvelle méthode ne tardera pas à faire disparaître.

262. 4° Il ne faudrait pas penser que tout se passe, dans une analyse, exactement comme l'indique la théorie; et quoique nous ayons établi que l'ammoniaque préexistante ou toute formée pendant l'opération se décompose au contact des charbons incandescents, il n'en est pas moins vrai qu'il peut s'en échapper, en tout état d'intégrité, des quantités assez considérables, pour alcaliser l'eau recueillie, d'une manière sensible aux réactifs.

Mais si la substance organique renferme un sel ammoniacal neutre et volatil, au lieu d'un sel à acide fixe, on ne saurait nier que ce sel puisse aussi bien échapper à l'action de la combustion, que le fait l'ammoniaque même. Or comme ce sel passera neutre, et que dans les analyses on se contente d'examiner si l'eau est alcaline, il est évident que l'eau recueillie dans le récipient (238) pourra en être saturée à l'insu de l'observateur. On attribuera donc à l'eau le poids du sel qui la sature, et d'un autre côté, il manquera à l'azote et à l'acide carbonique, des quantités respectives que l'eau leur a enlevées au passage. Que dis-je? une substance fortement azotée pourra, à cause de cette seule circonstance, être rangée, par l'analyste, au rang des substances les plus dépourvues d'azote que nous connaissions.

263. 5° Les substances organiques sont toujours mélangées ou combinées avec des sels, dont la quantité s'élève jusqu'au tiers de leur poids dans certaines d'entre elles. Par l'incinération de la gomme arabique, on obtient les deux tiers de carbonate de chaux, dont l'acide carbonique s'est formé par la combustion, aux dépens des éléments organiques de la gomme; nous avons déjà fait mention plus haut (258) des sels ammoniacaux, dont la gomme est imprégnée, et que l'analyse élémentaire a méconnus. Quant aux autres, ils sont en général perdus de vue par l'analyste, ils passent sur le compte de la substance organisée; et, comme ils restent dans le tube à combustion après l'analyse, et qu'on ne les fait point entrer dans les calculs des nouvelles pesées, il s'ensuit que leur poids est reporté sur l'oxygène dégagé du corps comburant. Car pour savoir combien le corps comburant a fourni d'oxygène aux produits de la combustion, on

compare le poids des produits avec le poids de la substance organique avant l'expérience; le déficit du premier sur le second est attribué à l'oxygène dégagé par le corps comburant; or le poids des produits devant être celui de la substance organique, moins les sels qui sont restés dans le tube, et que l'on néglige, et ce déficit étant égal à l'oxygène du corps comburant, il est évident que l'on défalquera, de la quantité d'oxygène partielle en propre à la substance organique, une quantité d'autant plus erronée que les sels négligés seront plus abondants.

264. 6° Les sels, dont la substance à analyser se trouve imprégnée avant l'expérience, peuvent dans le cas d'altérer les résultats du calcul, autant par la nature de leurs combinaisons, que par la négligence de leur propre poids. Si, en effet, que la base fixe soit combinée avec un acide organique ou avec un acide inorganique volatil, que ce sel soit enfin ou un acétate, un tartrate, ou un oxalate, ou même un nitrate, un hydrochlorate, etc. Dans le premier cas, les produits de la combustion de l'acide organique grossiront les quantités respectives des produits inorganiques; la substance organisée elle-même; sous les premières atteintes de la chaleur, l'acide organique sera éliminé dans toute son intégrité, au même temps que la combustion tendra à se combiner le carbone avec l'oxygène du corps comburant pour former l'acide carbonique; et la potasse dont on se sert après la combustion, pour obtenir le poids de l'acide carbonique, absorbera l'un et l'autre à l'insu de l'observateur, qui attribuera ainsi le poids de deux acides réunis au seul acide carbonique. L'erreur sera la même si les sels de la substance organique sont des nitrates, des hydrogènes et des sulfates même, décomposables par les acides nitreux, sulfureux, hydrochlorique; ils iront grossir au passage le poids apparent de l'acide carbonique, en s'associant avec la potasse. Il en sera de même des sels ammoniacaux dont le feu aura augmenté la proportion en décomposant les proportions correspondantes de base; ces sels iront former des doubles avec la potasse et l'acide carbonique éliminé pendant la combustion; car on sait que les sels ammoniacaux ont une tendance prononcée à former des doubles, dont la plupart n'ont pas été soumis à un examen approfondi.

265. 7° Dans les procédés de Berzélius et Gay-Lussac, on s'assure si l'eau est alcaline; dans ceux de Liebig on doit renoncer à ce

immédiatement absorbée par le chlorure d'or ou le chlorure de chaux absorbe ammoniacale aussi bien que l'eau pure, à l'exception de l'ammoniaque, pourvu que l'alcali ne soit pas en excès. Cette quantité passera donc sur le compte du gaz, lorsqu'on s'appliquera à établir l'analyse de l'eau et de l'acide carbonique.

Enfin (et c'est ici un point capital par la distinction des substances azotées et non azotées, d'après les expériences de Despretz, le cuivre, ainsi que le fer, l'argent, le platine, ont la propriété de décomposer le gaz azoté à une chaleur un peu plus élevée que celle de l'acide carbonique, et qu'ils absorbent une quantité notable d'azote, pour en devenir cas- sander effort, et pour changer même de 100 de fer augmentent en poids, en volume, de telle sorte que le fer perd sa primitive densité. Or le tube est rempli, dans toute la portion que l'oxyde de cuivre, de cuivre métallique ou en limaille; si donc la nature ne se prononce pas en faveur des théories analytiques, qu'une grande quantité de l'azote ammoniacaux de la combustion soit absorbée par le cuivre, et que dans toute la quantité même de l'azote de l'organique disparaisse pour se combiner au métal. Dans le premier cas la proportion sera diminuée; dans le second, la quantité sera rangée au nombre des substances entièrement dépourvues d'azote.

Il donc paraître indubitable qu'aux analyses, même celles qui se font avec un luxe et un raffinement d'exactitude, ne peut être considérée comme l'expression la formule de la composition intime chimique quelconque; il ne doit pas moins que le plus grand nombre des analyses nous induisent en erreur, et relativement aux proportions des éléments encore relativement à la présence ou de l'un d'entre eux, de l'azote. Les analyses élémentaires soient de précieux enseignements; mais elles ne sont pas une importance d'une plus grande importance ailleurs l'explication de la composition chimique.

si diverses, telles que le sucre, la gomme arabique, le ligneux et l'amidon.

268. Les principes que nous venons de formuler expliquent très-bien la raison pour laquelle Saussure (242) a constaté des quantités appréciables d'azote, là où les autres analystes n'en ont pas même aperçu des traces. Le procédé de Saussure ne mettait la substance en contact qu'avec l'oxygène; tandis que par les autres la substance à analyser est mêlée avec des corps capables d'absorber au passage, en totalité ou en partie, les produits de la combustion. Cependant il ne faudrait pas en conclure que le procédé de Saussure amène à des résultats plus conformes à la vraie composition des corps; car les produits, qui s'étaient mieux isolés par le procédé de la combustion, viennent de nouveau se confondre par les procédés de l'évaluation et de la pesée; et la plupart d'entre eux sont dans le cas de disparaître entièrement sous le masque de l'acide carbonique ou de l'eau. Si en effet il s'est formé une certaine quantité d'acide nitrique, il est certain que cet acide se mêlant par sa grande volatilité avec l'acide carbonique, augmentera, sous le nom de ce dernier, le poids de la potasse avec laquelle on l'absorbe, et que les sels neutres ammoniacaux augmenteront à leur tour le poids de l'eau qu'on absorbe par le chlorure, ou qu'on chercherait à peser directement.

269. Au procédé de Liebig (245) reste donc l'avantage d'être plus expéditif; mais c'est là le seul avantage par lequel il l'emporte sur les autres. Si d'un côté il est à la portée des observateurs les plus inhabiles, il est certain de l'autre qu'entre les mains des plus habiles il ne saurait donner des résultats plus précis. Aussi avons-nous vu les analyses se multiplier, comme des répétitions les unes des autres, depuis sa publication; et cette uniformité dans les résultats, qui a pu paraître d'un heureux augure au plus grand nombre, n'a été à nos yeux qu'un pas rétrograde dans la théorie, par le caractère apparent de fixité qu'ont pris les faits observés. Le procédé de Liebig, qui est le plus facile, en attend un autre qui soit le plus complet.

270. On se rapprochera d'autant plus du degré de perfection dont il nous est permis de nous flatter, qu'on négligera moins et l'étude des sels de la substance organique, et l'étude des combinaisons des produits avec la substance comburante, et l'étude des mélanges, qui sont en état de masquer, aux yeux de l'observateur, la nature des produits gazeux et liquides de la combustion élémentaire.

## CHAPITRE VIII.

## DÉMONSTRATION OU SYNTHÈSE.

271. La synthèse réelle consistera à replacer les produits, isolés par l'analyse, dans les mêmes conditions où ils se trouvaient avant toute manipulation ; à mêler, associer, combiner les éléments séparément obtenus, aussi intimement et dans les mêmes rapports que l'avait fait la nature : rapports de nombre, de poids, de volume, de structure et d'aspect. Mais ce serait là créer ; et jusqu'à présent, en chimie organique, notre puissance s'est bornée presque à observer. La seule synthèse qui soit en général à notre disposition, se réduit à comprendre et à démontrer les conditions d'une combinaison, mais sans avoir la faculté de la reproduire de toutes pièces. S'il nous arrive de former des sels avec des acides et des bases, des acides avec des gaz et des corps solides, jusqu'à présent il nous a été impossible de refaire un organe, que dis-je ? une substance organique, avec la même quantité de gaz et de sels que nous en avons retirés, par la combustion.

272. En chimie organique la synthèse s'arrête donc à l'interprétation des phénomènes ; après avoir parlé aux yeux, par l'analyse directe, elle s'adresse à la perception, pour reconstruire pièce à pièce la machine, dont elle avait désiré étudier un à un les rouages. Elle ne recombine que par la pensée ; elle ne rend la vie qu'à des images ; sa fierté la plus noble s'arrête au privilège de contempler la création face à face, de suivre les traces de feu que la nature laisse sur son passage, de la deviner lorsqu'elle se cache, de la comprendre lorsqu'elle se révèle, de l'admirer alors qu'elle s'élève si haut, qu'il ne nous est plus permis de la deviner ou de la comprendre. Le spectacle de l'intelligence humaine aux prises avec les faits de la création, est ce que la divinité, s'il est permis de la personnifier sans rabaisser sa puissance, doit fixer avec le plus d'orgueil, dans le chef-d'œuvre de son immense ouvrage.

273. La synthèse, ce complément des plus longues opérations, ayant pour but de déterminer les rapports des faits, que l'analyse a mis en évidence, et d'obtenir des formules exactes par la combinaison raisonnée des précédentes approximations, la synthèse remplace les méthodes d'investigation par les méthodes de précision. Or,

comme l'objet spécial de la chimie est le nombre d'éléments qui rentrent dans la constitution d'un corps, et leurs rapports dans la synthèse chimique, dans ce qu'elle a doit restreindre ses formules à l'indication des poids et des volumes des corps, d'avait indiqué le nombre, les réactions chimiques. Elle pèse et mesure ; l'analogie chimique suppléent ensuite aux lacunes de l'organique, rassemblant de nouveau toutes les pièces éparses de l'édifice, assignant à chaque place et sa part dans les phénomènes, enfin à la pensée la structure intime qui échappent à notre vue. La synthèse chimique, un mot, se base sur trois opérations dont deux pour ainsi dire toutes matérielles, la troisième intellectuelle : le *jaugeage* et l'*induction*.

## § I. Jaugeage.

274. Le *jaugeage* est l'opération qui a pour objet de constater le volume d'un liquide ou d'un corps solide.

275. On entend par *volume* le rapport que l'espace qu'occupe un corps donné, a avec l'espace qu'occupe un autre corps pris pour unité : si le premier occupe un espace double de cette unité, son volume est deux fois plus grand, et le rapport de son volume est *deux*.

276. On appelle *mesure* tout appareil qui met dans toute son évidence l'exactitude des rapports : *mesurer* un corps, c'est déterminer combien de fois l'unité de convention est prise dans son volume, sur une de ses dimensions ou simplement sur l'une de ses dimensions (11), on ne *mesure* des longueurs que pour arriver à constater les volumes.

277. Les corps à mesurer sont ou non d'occuper exactement la même unité de mesure ; le procédé de mesure est différent dans les deux cas.

278. VOLUME DES LIQUIDES ET DES GAZ. Les substances liquides et gazeuses, en raison de leur mobilité et de l'équilibre de leurs molécules, la propriété d'occuper exactement toutes les mesures de capacité. Leur *jaugeage* se fait par la substitution de leur quantité à l'unité de mesure, et si le vase qui sert de mesure est exactement gradué, on n'a besoin, pour constater les rap-

re simplement la graduation écrite sur une surface. C'est le résultat que l'on obtient *les éprouvettes* ou *les cloches en verre* 1). Nous avons déjà indiqué les procédés de graduation que l'on emploie pour ces sortes de

2. Le *jaugeage* des liquides non volatils peut être fait dans une *éprouvette à patte* (pl. 1, 2); on emploie de préférence les *éprouvettes* qui sont munies d'une rigole (164) à leur tour. Les *liquides volatils* se mesurent *les gaz*, sous des éprouvettes ou des cloches renversées; et même lorsque leur quantité n'est pas assez clairement appréciable dans des cloches de cette capacité, on emploie de longs tubes gradués, d'un faible diamètre, forme qui n'a que la dimension en longueur de toute la hauteur qu'elle enlève à la largeur, et qui permet de mesurer des petits volumes sur une échelle consi-

Un gaz ne doit être mesuré qu'après avoir été débarrassé d'humidité ou de toute autre vapeur; de ne doit l'être qu'après avoir été purgé d'étranger et d'air atmosphérique. Mais les gaz ainsi que les gaz doivent être replacés dans les conditions atmosphériques dans lesquelles a lieu l'unité de mesure, ou bien on doit tenir compte des différences de situation, et le calcul ait toutes les données nécessaires pour établir la balance exacte, lorsque l'opération n'a pu atteindre l'identité des conditions. Il est connu que les corps augmentent de volume avec l'élévation de température; la même substance pourra donc offrir deux volumes différents, selon qu'on l'observera à deux températures différentes; pour avoir donc le chiffre des rapports des volumes, il faudra que la substance, à la même température, ait été prise la mesure de l'étalon. D'un autre côté, il est encore reconnu que la pression diminue le volume d'un corps, de même que la température l'augmente; or, si la pression atmosphérique était invariable, le volume respectif de corps soumis à la pression atmosphérique serait invariable à son tour; mais l'expérience prouve le contraire, et nous voyons tous les jours la colonne de mercure, qui fait équilibre avec l'atmosphère, descendre ou monter, et par conséquent des pressions plus ou moins constantes. Il sera donc encore nécessaire de tenir compte de cette indication barométrique, pour ramener, par le calcul, ramener la comparaison,

de laquelle on doit déduire les rapports des volumes à une pression constante.

281. Dans toute espèce de jaugeage, on aura donc soin de noter, avec la plus scrupuleuse exactitude, le degré du *thermomètre* et celui du *baromètre*.

282. On ne doit pas négliger les causes étrangères ou inhérentes au procédé lui-même de l'opération, qui seraient dans le cas d'échauffer la substance ou de la comprimer. On évite les unes par des précautions que chacun peut prévoir d'avance, et l'on évalue les autres par le calcul pour en faire la part. On a soin de ne point toucher les cloches avec les mains, de les mettre même à l'abri de son haleine, et de maintenir le local à une température constante.

283. Quant à la pression accidentelle, et qui provient du fait du procédé lui-même, on l'évalue de la manière suivante : ou bien la surface interne du mercure est au-dessous de la surface externe du bain, et dans ce cas le gaz est comprimé d'autant; ou bien la surface du mercure renfermé dans la cloche est au-dessus de la surface du mercure du bain, et dans ce cas le gaz est dilaté. Dans le premier cas, on retire la cloche, jusqu'à ce que le niveau soit parfaitement rétabli entre les deux surfaces du mercure; dans le second, on l'enfonce pour arriver au même résultat. Que si le bain de mercure n'est pas assez profond pour que la cloche puisse s'y enfoncer, jusqu'au point que l'on cherche à atteindre, alors on mesure, aussi exactement que l'on peut, la hauteur dont la surface externe dépasse la surface interne, et on retranche celle-ci de la hauteur de la colonne barométrique. Par exemple, que le baromètre marque 76 centimètres, et que la distance des deux surfaces du mercure du bain dans lequel on observe un gaz soit de 3 centimètres; on saura que la pression sous laquelle le gaz est observé est trop faible de 3 centimètres, que l'on retranchera en conséquence de la pression atmosphérique, laquelle sera ramenée de la sorte à 73 centimètres; c'est-à-dire que le gaz aura été observé à la même densité qu'il aurait eue, si, lorsque les deux surfaces du bain du mercure étaient un niveau, le baromètre avait marqué 73.

284. L'observation étant terminée, on ramène le volume à celui que la même substance aurait occupé, si on l'avait mesuré à la température de 4° centigrades, et à la pression barométrique de 76 centimètres.

285. Les gaz se dilatant de 0,00375 de leur volume, à chaque degré de température qu'ils



s'élèvent, il s'ensuit que, pour ramener le volume obtenu directement, à celui qu'aurait offert la substance à 4° centigrades (\*), il suffit de retrancher, autant de fois  $\frac{375}{100000}$  de son volume, que l'on compte de degrés, au-dessus de 4°, jusqu'à celui de la température à laquelle on observe, ou d'ajouter autant de fois  $\frac{375}{100000}$  de son volume, que l'on compte de degrés au-dessous de 4°, jusqu'à celui de la température ambiante. Mais comme le coefficient de la dilatation  $\frac{375}{100000}$  n'est pas une fraction du volume observé, mais bien du volume qu'il aurait acquis, après s'être refroidi jusqu'à zéro, il est nécessaire de ramener préalablement par le calcul son volume à zéro; on y parvient par une règle de trois fondée sur une donnée précise. Biggs a indiqué la méthode suivante : 266,7 volumes d'air à zéro augmentent d'un volume à chaque degré du thermomètre; or, supposons qu'on ait à ramener, à la température de 20°, 150 centimètres cubes de gaz qui ont été mesurés à 8°; si on ajoute 20° à 266,7, on aura 286,7 exprimant le volume de l'air à 20°; si on ajoute 8° à 266,7, on aura 274,7, qui exprimera le volume de l'air à 8°; on établira de cette manière la proportion suivante : 274,7 : 286,7 :: 150 : 156,553; c'est-à-dire le volume de l'air à 8° est au volume de l'air à 20°, comme le volume du gaz observé à 8°, et qui à cette température était de 150 centimètres cubes, est au volume que ce même gaz occuperait à 20°, c'est-à-dire est de 156 centimètres 553.

286. La réduction relative à la pression barométrique s'obtient, par la différence qui existe entre la hauteur à laquelle a été faite l'observation, et celle à laquelle on veut ramener le volume; car la pression exercée par le poids de l'atmosphère sur le gaz à observer, est proportionnelle à la pression exercée sur la colonne du mercure. Le volume du gaz observé sera donc, au volume du gaz cherché, comme la hauteur barométrique observée sera à la hauteur cherchée. Un volume de 20 centimètres cubes de gaz mesurés à 0<sup>m</sup>,765 du baromètre, sera ramené au volume que le gaz occuperait à 0<sup>m</sup>,76, par la proportion suivante : 0<sup>m</sup>,765 : 0<sup>m</sup>,76 :: 20 : 19,86; c'est-à-dire qu'à la pression de 0<sup>m</sup>,76, le volume ci-dessus serait réduit à 19,86 centimètres cubes.

(\*) L'eau distillée, dont le système métrique s'est servi pour établir l'unité de poids, atteignant sa plus grande densité vers 4° centigrades, c'est à cette température que doit être ra-

287. VOLUME DES CORPS SOLIDES. Les solides affectant des formes invariables, susceptibles de se mouler exactement, lacune, dans la capacité de la mesure, on détermine leur volume par la quantité de liquide qu'il contient, quantité susceptible d'être mesurée par les procédés précédents. Soit, par exemple, une *vette à patte*, et graduée en 100° (216), remplie de liquide jusqu'à 80°; si, après que l'on y a introduit un corps solide, le niveau du liquide arrive à 90° il est évident que le volume du corps, c'est-à-dire l'espace qu'il occupe, égale le volume qui représente 10° de la mesure employée. Si chacun de ces degrés marque un centimètre cube, et que le liquide employé est de l'eau distillée ramenée à 4° centigrades, le volume du corps solide sera de deux centilitres.

288. Moins le corps solide est poreux, et plus le résultat offre d'exactitude; quant aux corps poreux, on a la précaution de chasser les pores, l'air qui serait dans le cas de s'opposer à l'introduction du liquide, et on y parvient en agitant le liquide dans lequel on plonge le corps, soit en soumettant le corps poreux à l'influence d'une chaleur convenable, avant de le plonger dans le liquide.

289. Une condition essentielle à observer dans cette opération, c'est de n'employer que des liquides dans lesquels les corps solubles dans l'eau; de l'eau pour les corps solubles dans le mercure; de l'alcool pour les corps solubles dans l'éther; de l'huile ordinaire pour certaines substances; de l'huile de pétrole pour les corps susceptibles de s'oxygéner spontanément, aux dépens du liquide qui forme un des éléments du liquide employé.

290. L'unité de mesure peut être arbitraire, lorsque l'observateur n'a eu pour but de constater les rapports en volume des corps d'une même substance entre eux; c'est-à-dire toutes les fois qu'il ne les considère que comme des fractions d'une masse donnée; mais lorsque le but de l'observation est de fournir et les données de la composition du corps observé avec l'unité de mesure.

mené le volume de toutes les substances, dont on veut connaître la densité, c'est-à-dire le rapport exact du poids au volume.



les bases sur lesquelles une observation puisse asseoir une comparaison, il n'a pas pu faire d'adopter une mesure commune. Le système métrique français paraît aujourd'hui la mesure commune de la France et du reste plus que deux nations où les savants tourmentés par les vieilleries de la nomenclature nationale, se refusent à employer une nomenclature nouvelle ; les Français ont le bon sens de ne pas vouloir rendre les choses moins difficiles, sur l'adoption de mesures et des améliorations qui nous viennent de l'étranger.

**Mesures légales de capacité en France.** — Des mesures linéaires : le kilolitre, le litre est le cube du décimètre, le litre est la somme de cent litres ; le décilitre est la somme de dix litres. Le décilitre est le dixième de litre ; le centilitre, le centième du litre ; le millilitre le cube du centimètre.

Le litre français équivaut à 50,4124 pouces cubes de la pinte française, 07 ; — à 38,2080164 litres cubes de Suède ; — à 0,22009667 litres anglais. La pinte française contenait 4 chopines, 8 pintes fort, 36 septiers un muid. Le gallon français est 10 livres (avoir du pois) d'eau équivaut à 8 pintes anglaises, c'est-à-dire 433 cubes anglais. La pinte anglaise est 16 fluid-onces ; celle-ci 8 fluid-drachme, c'est-à-dire le cube de 0,2708 pouces anglais ; le litre anglais équivaut à 0<sup>m</sup>, 0253968, ou 25,3968 (\*).

## § II. Pesage.

**PESAGE** (\*\*), ou la **PESÉE**, a pour but de déterminer le poids d'un corps ; indépendamment du volume, ou le rapport de son volume au poids, rapport qui, comparé à celui de l'eau, prise comme unité, est désigné par le **PESANTEUR SPÉCIFIQUE** ou **DENSITÉ**. On le détermine pour un gaz, d'un liquide ou d'un solide, en le comparant à celui d'un de ces corps comparé à celui de l'eau, ou de l'air, sous un volume

le **théorème atomistique** a imaginé un autre moyen de déterminer le poids de l'atome d'une substance ; le poids se déduirait de la densité des gaz, ou ramenés par des considéra-

tions hypothétiques, à l'état gazeux. Un des gaz étant pris pour unité, la théorie cherche à donner le poids de tous les autres sous le même volume. Or, en supposant que le même volume renferme le même nombre d'atomes, il serait évident que les rapports de densité des volumes seraient les mêmes que les rapports de densité des atomes, c'est-à-dire, que le poids de l'atome d'une substance serait, par rapport au poids de l'atome d'une autre substance, exactement, comme le poids d'un volume de la première serait par rapport au poids d'un égal volume de la seconde. Nous n'avons pas à nous occuper, dans ce chapitre, de ce genre de densité ; c'est un point que nous traiterons plus bas d'une manière plus spéciale.

295. La pesanteur est une propriété inhérente à tous les corps, excepté aux fluides que l'on désigne sous le nom de fluides impondérables ; l'air atmosphérique a le poids d'une colonne d'eau de même base, et de 32 pieds d'élévation, et celui d'une colonne de mercure de même base et de 76 centimètres de hauteur. Tous les corps gazeux comme les corps solides sont pesants, mais ils ne le sont pas tous également. La différence relative de la pesanteur se nomme leur poids ; il est exprimé par la quantité d'un autre corps pris comme unité commune, à laquelle il peut faire équilibre, lorsque chacune d'elles est attachée à une des extrémités du même levier ; ce levier est une balance réduite à sa plus simple expression ; et l'on donne le nom de *poids*, sans autre qualification, au corps qui sert de terme de comparaison et d'unité légale. Le *poids d'un corps* est donc le rapport de sa pesanteur avec le *poids* légal ; la quantité en *poids* est celle qui fait *contre-poids* à un certain nombre d'unités ou de fractions du *poids* légal ; de même que sa quantité en volume (287) est représentée par le cube du mètre ou de ses fractions.

296. L'unité légale du poids, en France, est le gramme, c'est-à-dire le poids d'une substance quelconque, équivalant à celui d'un centimètre cube (millilitre) d'eau distillée à + 4° centigrades. Le décagramme est la somme de dix grammes ; l'hectogramme, celle de cent grammes ; le kilogramme celle de mille grammes, ce qui représente près de deux livres de l'ancien poids français. Les fractions du gramme sont le décigramme, ou dixième de gramme ; le centigramme ou centième

*Encyclopédie ancienne et moderne de Saigey, 1 v.*

employé le mot **PESAGE**, au lieu de **PESÉE**,

comme pendant de **SATURATION** (274) le seul mot de l'ouvrage qui exprime l'opération par laquelle on cherche à combiner les

de gramme ; et le milligramme ou millième de gramme.

297. Il n'entre point dans le cadre de cet ouvrage de donner une description détaillée de la balance à fléau, dont chacun connaît la forme générale. Les balances de laboratoire sont sensibles à un poids d'un milligramme ; la dimension n'en est pas considérable, vu qu'avec une si grande sensibilité on peut peser exactement les quantités les plus minimes de substances. On les place dans des cages de verre, pour les préserver des émanations et de l'humidité du laboratoire, qui ne manqueraient pas à la longue d'altérer leur sensibilité. Ces cages sont munies d'une ouverture à coulisse, qui permet de faire les pesées, sans déplacer l'appareil. Le prix d'une de ces balances de petite dimension est rarement au-dessous de 250 fr., non compris la boîte de poids, qui est de 60 francs et plus.

298. En chimie organique, de tels instruments ne sont indispensables que dans les analyses élémentaires (224). Nous pensons même qu'avec une certaine habitude et une certaine dose de patience, l'emploi d'un simple *trébuchet* n'introduirait pas plus de divergence, que ne l'a fait, jusqu'à ce jour, l'emploi des balances plus délicates, dans les résultats analytiques de la décomposition des corps organisés. Lorsqu'on voit deux analyses du même corps, publiées par deux auteurs également habiles et d'une égale bonne foi, présenter des différences dans les premiers chiffres, et des différences dans le rapport de quatre à sept, on ne peut s'abstenir de se demander, s'il n'y a pas un certain charlatanisme à faire sonner si haut la nécessité d'une balance de prix, et si celle-ci aurait si bonne grâce à reprocher au simple trébuchet son peu de sensibilité au milligramme, lorsque toute la sensibilité de la première ne parvient pas à mettre deux auteurs, que dis-je ? le même auteur d'accord, sur la valeur de deux ou trois dizaines d'entiers. A quoi me sert la supériorité d'un instrument, si, dans la pratique, elle ne me préserve pas des écarts que je commettrais tout aussi bien avec un instrument vulgaire ? Sans doute une balance de prix est, dans ce cas comme dans tous les autres, d'une manipulation plus facile et plus prompte ; mais cet avantage dans les analyses élémentaires de substances organiques, tourne plus au profit de l'observateur, qu'à celui de l'observation même ; et l'observation n'offrirait pas moins de garantie à mes yeux, si l'observateur était forcé d'y suppléer par une plus grande patience et une plus grande lenteur. Enfin tant que

vous n'aurez pas trouvé la cause secrète malicieuse que présentent les analyses les induites, et la formule qui doit amener chose près, à une égale précision dans distances égales, je déclare hautement que mauvaise grâce à se targuer de la possession d'une riche balance. Or nous avons démontré (256) combien les analyses élémentaires organisées se trouvent aujourd'hui en d'offrir une suffisante précision.

299. Quoi qu'il en soit, la pesée exacte d'un corps exige des procédés d'autant plus exacts que la balance est moins sensible. La condition est d'avoir à sa disposition des poids exacts, que l'on a soin de conserver à l'abri du contact de l'air et dans un endroit très sec. On peut s'en procurer d'aussi exacts que les poids étalonnés, au moyen de fils de platine filière. Soit en effet un de ces fils, qu'on amène au poids d'un gramme, en le roulant l'une de ses extrémités, sans le soumettre à la moindre traction. Si ensuite on le tourne autour d'un cylindre parfait spire à tours exactement appliqués les uns sur les autres, il est évident que chaque tour sera une portion égale du poids total, et que le nombre des tours s'accomplirait sans aucune variation. Si donc on tire une ligne droite de l'extrémité de la spirale à l'autre, il est évident que cette ligne divisera la spirale en tours égaux entre eux. Il ne restera qu'à peser chaque tour au point où passera la ligne divisée longitudinalement, pour obtenir les poids de fractions égales du poids total du fil spiralé, lesquelles auront pour dénominateur le nombre de tours, et, partant, le même poids de fractions obtenues ; ce seront autant de poids de même nom, si on a soin d'opérer sans perte de substance.

300. La seconde condition est que les poids soient à une égale distance de l'extrémité de la spirale dont les bras doivent être à leur tour à une égale distance du couteau sur lequel il pivote. Sans ce défaut serait sans influence sur les résultats d'une analyse, en ayant soin de placer le poids dans un plateau et le poids à peser dans l'autre ; car par cette précaution la balance étant proportionnelle dans toutes les pesées, disparaîtrait dans les rapports des résultats. Si l'on désire constater le poids absolu d'une manière exacte, on a recours *par substitution*, même lorsqu'on possède une excellente balance : placez un cert-

exacts dans l'un des plateaux de la balance, dans l'autre le corps à peser, auquel vous ajouterez autant de grains de plomb ou d'autres corps exacts qu'il en faudra pour arriver à l'équilibre. Si ensuite vous enlevez le corps à peser et que vous le remplaciez par des poids exacts jusqu'à ce que vous ayez de nouveau rétabli l'équilibre, il est évident que vous aurez le poids absolu du corps; car vous connaîtrez le nombre de poids qu'il a fallu employer pour le remplacer, et vous aurez fait la pesée dans le plateau de la balance. Si le bras auquel il est suspendu avait un défaut, cela n'influerait en aucune façon, sur l'exactitude de la pesée, puisque le corps et le poids auraient eu également à subir le même défaut et le même obstacle, pour arriver à l'équilibre parfait.

La troisième condition est de peser sans altérer la substance, dans le transport du corps sur un plateau de la balance. Lorsque la substance est solide, on la pèse dans le vase qui doit servir à sa composition (207) ou à la dissolution (25). On pèse d'abord le vase, et puis la substance avec le vase; la différence en plus est le poids de la substance.

La quatrième condition est de préserver la substance de toute imprégnation (28) qui en altérerait le poids, de préserver, par exemple, la pureté des substances hygrométriques. On évite à une chaleur convenable celles qui, dans le cours de la manipulation, auraient pu absorber l'eau ou des gaz susceptibles d'être éliminés par cette voie. On ne pèse pas immédiatement après, que l'on vient d'apporter, d'un endroit chaud ou plus froid que le laboratoire; on attend qu'il ait pris la température du local, pour faire la pesée à l'influence des courants d'air qu'occasionnerait la présence du corps, au-dessus du plateau de la balance. Par la même raison, on ne laisse pas tomber les rayons solaires sur la balance, afin d'éviter les erreurs auxquelles donne lieu l'inégale dilatation des diverses pièces du instrument.

Une fois qu'on a constaté d'un côté le poids d'un corps (287) et de l'autre son volume (293), on a le moyen de déduire sa *pesanté spécifique* ou *densité*. En effet la densité d'un corps étant le rapport de son poids avec le poids d'un autre corps de même volume, n'est en définitive que le rapport du poids du corps à son propre volume. Or ce rapport étant invariable, il s'en suit que le poids d'un corps est en raison directe de son volume, qu'en conséquence quel que soit le volume.

le volume du corps, sa pesée me donnera toujours les mêmes rapports. Si sous le volume d'un litre le corps pèse 2 kilogrammes, sous le volume de deux litres il pèsera 4 kilogrammes; c'est-à-dire que  $1 : 2 :: 2 : 4$  ou  $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$ . Donc pour la densité d'un corps on n'aura qu'à établir les rapports entre son propre poids et son volume. Mais la densité des corps est en raison inverse des volumes, c'est-à-dire que de deux corps de même poids, le plus dense sera celui du plus petit volume et le moins dense celui du plus grand volume. Pour obtenir donc la densité du corps, on divisera le poids par le volume;  $\frac{P}{V} = D$ .

304. C'est par cette voie qu'on est parvenu à dresser la table des densités du plus grand nombre des corps connus; ce qui fournit les moyens de connaître le volume d'un corps par son poids, et son poids par son volume. On déduit le volume d'un corps, en divisant le poids que l'on vient d'obtenir, par sa densité, dont on trouve le chiffre sur les tables; car si  $\frac{P}{V} = D$ , il suit que  $\frac{P}{D} = V$ .

On déduit le poids d'un corps, de son volume, que l'on vient de mesurer d'une manière directe, en multipliant le volume par la densité; car si  $\frac{P}{D} = V$ , il suit que  $V \times D = P$ ; en admettant que les poids et les volumes se rapportent au système métrique.

Par exemple, 1 litre ou 1 décimètre cube d'eau distillée pèse 1000 grammes à 4°, 108;  $\frac{P}{V} = 1000$ .

Mais un litre d'air, sous la pression de 76 centimètres, et à la température de zéro, pèse 1 gr.

299, ou 1 gr. 3;  $\frac{P}{V} = 0,0013$ . Si donc je veux

savoir le poids de deux litres d'air que j'aurai obtenus d'une analyse,  $V \times 0,0013 = P$  me donnera 0 kil. 0026, ou 2 gr. 6. Si j'ai constaté

un poids d'air de 8 grammes  $\frac{P}{D} = V$ , ou  $\frac{8}{1,3}$  me donnera = 6 litres 15.

305. Comme on est convenu de prendre, pour unité de densité, celle de l'eau pure, afin d'obtenir la densité de tout autre corps, il suffira de mesurer le poids sous le même volume; prenez un *flacon à l'émeri* (51), que vous pèserez successivement 1° vide, 2° plein d'eau, et 3° ensuite rempli du liquide *x*, dont on veut déterminer la densité; en désignant la première pesée, c'est-à-dire, la pesée

du flacon vide par  $P$  ; la 2<sup>e</sup>, ou la pesée du flacon plein d'eau, par  $P'$  ; et enfin la 3<sup>e</sup>, ou la pesée du flacon plein de liquide par  $P''$ , la fraction  $\frac{P'' - P}{P' - P}$  sera la densité, ou pesanteur spécifique du liquide  $x$ , par rapport à celle de l'eau prise pour unité, puisque cette fraction exprime le rapport des poids de l'eau et du liquide sous le même volume.

306. On peut déterminer la densité d'un corps, par rapport à celle de l'eau, par le procédé suivant. On pèse le corps seul dans une bonne balance, on obtient  $P$  son poids. On place ensuite ce corps et un flacon rempli d'eau sur le même plateau. Lorsqu'au moyen d'un nombre suffisant de poids  $M$  placés dans l'autre plateau, on est parvenu à établir l'équilibre, on ouvre le flacon pour y introduire le corps dont on désire connaître la densité ; celui-ci fait sortir un volume d'eau égal au sien ; après avoir bouché et essuyé le flacon, on le replace sur le premier plateau, sur lequel on est obligé d'ajouter un certain nombre de poids  $P'$ , pour équilibrer la masse  $M$  de l'autre plateau.  $P'$  évidemment représentera le poids de l'eau déplacée par le corps, mais le volume de ce corps est celui de l'eau déplacée ; sa densité égalera donc

le quotient de  $\frac{P}{P'}$

307. Si le corps est soluble dans l'eau, on remplira le flacon d'un tout autre liquide, dont la densité soit connue. La pesanteur spécifique du corps par rapport à l'eau ordinaire s'obtiendra par une double opération. Si le corps est pulvérulent, il faut avoir soin de soumettre le liquide qui le renferme à une ébullition suffisante.

308. On donne le nom de *balance hydrostatique* à une balance ordinaire, dont l'un des plateaux est muni, en-dessous, d'un crochet, auquel on peut suspendre un corps solide par un fil très-fine. Elle sert, avec cette simple modification, à mesurer les densités des corps solides et liquides. Pour les corps liquides, on met, sur le plateau à crochet, un corps solide quelconque muni d'un crochet, une boule de cuivre par exemple, et on équilibre en plaçant une masse de poids  $M$  sur l'autre plateau ; on attache ensuite le corps au crochet, et on le plonge successivement dans l'eau et dans le liquide, dont on cherche la densité ; à chaque pesée il sera nécessaire d'ajouter, sur le premier plateau à crochet, des poids, pour équi-

librer la masse  $M$  de poids placés dans opposé. Et ces poids, qui seront différents que la pesée aura lieu dans l'eau et dans seront  $P$  dans l'eau et  $P'$  dans le liquide ; les poids sont évidemment ceux du volume dans le premier cas, et du liquide dans les volumes égaux à celui du corps solide plonge. En divisant donc la pesée dans

la pesée dans le liquide :  $\frac{P}{P'}$ , le quotient

la densité de celui-ci. Pour déterminer d'un corps solide, on le pèse dans l'air, on termine ensuite le poids de l'eau qu'il déplace lorsqu'on le pèse dans ce liquide, le premier divisé par le second donne sa densité.

309. Toutes ces opérations demandent des soins et des précautions, et nécessitent des appareils qui prennent beaucoup de temps. On a recours, pour comparer les densités, à des procédés plus commodes et plus exacts. On se sert à cet effet d'instruments nommés *aréomètres*, dont le principe est fondé sur le fait que le corps nageant s'enfonce d'autant plus dans le liquide, que celui-ci a moins de densité que le corps. On distingue deux sortes principales d'*aréomètres*, ceux à volume constant et ceux à poids constant.

310. On s'est généralement arrêté à la description de l'*aréomètre* de Nicholson a donnée aux aréomètres à poids constant (pl. 2, fig. 6). C'est un vase rempli de liquide dont on veut reconnaître la densité, avec la densité duquel on veut comparer celle d'un corps solide. Le corps de l'*aréomètre* compose d'une enveloppe ( $e$ ) en métal blanc, et terminée par deux bases corrélatives. Le vase creux, hermétiquement fermé, est suspendu supérieurement par une tige verticale très-fine qui supporte une petite cuvette ( $c$ ), destinée à recevoir les poids ( $p$ ) ; à la base du même vase est suspendu un petit vase également fermé, mais qui affecte aussi la forme d'une cuvette dans lequel est logé le lest destiné à tenir l'*aréomètre* constamment dans une position verticale. Une graduation ( $t$ ) est marquée d'un trait, auquel on donne le nom de *point d'affleurement*.

311. Si c'est un liquide dont on ait à reconnaître la densité, on commence par placer des poids dans la cuvette ( $c$ ), jusqu'à ce que le *point d'affleurement* de la tige ( $t$ ) se trouve à fleur, et le vase est en équilibre. Si on répète la même opération avec l'eau distillée, il est évident que la densité

rapport à celle-ci, sera comme le poids de la première opération est au poids de la deuxième, en retranchant le poids de l'instrument lui-même, déterminé dans une précédente opération. On amène son affleurement dans le liquide, et ceux qui ont amené son affleurement dans l'eau distillée par  $A'$ ,  $\frac{P+A'}{P+A}$  donnera le poids du corps solide dans l'air, et entrera celui du même corps dans l'eau.  $A-A'$  sera le poids d'un volume d'eau égal au poids du corps.  $\frac{A-A'}{A'-A}$  donnera donc la pesanteur relative de celui-ci. Si le corps est plus léger que l'eau, il restera attaché à la cuvette, par un fil qui le tiendra en équilibre ; dans ce cas,  $\frac{A-A'}{A'-A}$  sera plus petit que l'unité.

Si le corps est plus dense que le liquide, on le plonge dans le liquide, et on le pèse. Cette circonstance ne saurait être évitée, car on parviendra à déterminer la quantité de liquide absorbé, et partant le véritable poids du corps, par des pesées successives et des soustractions. Mais on aura soin de dégager l'air du corps dans le vide, avant de le plonger dans le liquide, et ensuite de le laisser longtemps pour être sûr que le liquide a pénétré dans tous ses pores.

Les *aréomètres* à poids constant, ou autres *peso-liqueurs*, ne servent qu'à déterminer la densité des liquides. Ce sont des tubes de verre (fig. 2), soufflés à la base en deux parties, l'inférieure plus petite renferme du liquide et sert de lest. On en construit pour les corps plus pesants que l'eau et pour les corps plus légers. Dans le premier cas on les plonge dans le liquide, et on marque l'affleurement dans l'eau pure, et on marque

0 au point d'affleurement. En plongeant ensuite l'instrument dans un mélange de 85 parties d'eau et de 15 parties en poids de sel marin, on trouve qu'il s'enfonce moins que dans l'eau, on marque 15 au point d'affleurement sur le tube de verre ; l'on divise en 15 parties égales l'intervalle compris entre 0 et 15 ; et l'on prolonge la division jusqu'à la boule même ; la graduation arrive en général au nombre 67 à 68.

315. Pour déterminer la densité des liquides plus légers que l'eau, l'instrument doit être lesté de telle sorte qu'étant plongé dans l'eau pure, le tube cylindrique ne s'enfonce que du  $\frac{1}{4}$  environ de sa longueur ; il doit être construit de manière que, plongé dans une dissolution de 10 parties en poids de sel marin et de 90 parties d'eau pure, le point d'affleurement soit encore sur le tube ; on marque 0 sur ce point et 10 à celui de l'affleurement du tube dans l'eau distillée ; on divise l'intervalle en 10 degrés, et on prolonge la division vers le haut du tube jusqu'à 50°, limite suffisante pour toutes les comparaisons. Il suffit de tenir un de ces instruments plongé dans un liquide, pour lire, sur la graduation, les rapports de sa densité non-seulement avec celle de l'eau, mais encore avec celle de tous les liquides qu'on aura soumis à une évaluation préalable. Ce *pèse-liqueur* est celui du commerce ; et la précision dont il est susceptible ne dépasse pas les limites auxquelles s'arrêtent les arts. C'est sur le modèle de l'aréomètre de Baumé qu'on a construit les *alcalimètres* et autres instruments de ce genre. Dans le plus grand nombre des études d'analyse organique, on n'a pas recours à des instruments d'une plus grande précision ; c'est avec eux qu'on prend les densités des sèves, des moûts, des jus, etc., les variations que ces substances subissent dans les diverses phases du développement vital, ne comportant point des déterminations d'une précision rigoureuse, et les caractères de leur densité n'étant considérés que comme des moyennes d'approximation.

316. DENSITÉ DES VAPEURS. Deux procédés ont été mis en usage pour mesurer la densité des vapeurs. Le premier, qui est celui de Gay-Lussac, consiste à déterminer le volume qu'occupe la vapeur d'une quantité de substance dont on a préalablement déterminé le poids ; le second, au contraire, à déterminer le poids de la vapeur renfermée dans un vase dont on connaît la capacité. Ce dernier procédé a été modifié par Dumas ; mais il a fourni certains résultats dont l'exactitude a été vivement contestée et dont l'énoncé porte un ca-



ractère extraordinaire qui inspire la défiance; nous croyons pouvoir parvenir à en expliquer la raison dans les considérations qui termineront cet ouvrage. Nous allons décrire les deux procédés d'une manière succincte.

317. 1° Gay-Lussac renferme le liquide dans une ampoule de verre à parois minces, dont la pointe effilée se ferme au chalumeau, une fois qu'elle a été remplie du liquide dont il se propose d'étudier la vapeur. La différence du poids de l'ampoule vide et de l'ampoule pleine de liquide, donne le poids de celui-ci. Il la fait passer ensuite dans une éprouvette graduée avec soin et renversée sur un bain de mercure. L'éprouvette est entourée d'un manchon de verre que l'on remplit d'eau. Ce bain de mercure et d'eau est placé au-dessus d'un foyer et sert de chaudière. La vapeur qui se forme dans l'ampoule, sous l'influence de la chaleur, en brise les parois, et le liquide se gazéifiant monte dans l'éprouvette et déprime le mercure d'autant. On chauffe jusqu'à ce que la vapeur formée ait évidemment une densité moindre que celle qui correspond à la température du bain. On mesure alors la température au moyen d'un thermomètre plongé dans l'eau du manchon. On observe après le nombre de divisions de l'éprouvette, dont la capacité est connue, et qui sont occupées par la vapeur; on en déduit le volume exprimé en litres; on détermine la pression, en retranchant de la hauteur barométrique, la hauteur de la colonne de mercure qui s'est élevée dans l'éprouvette (283). On a de cette manière tous les éléments pour ramener le volume à ce qu'il serait à 0° et sous la pression de 76 centimètres, en tenant compte du coefficient de la dilatation

du verre. La formule  $\frac{P}{V(1+Kt)}$  donnera le poids d'un litre de vapeur, à la température  $t$ , sous la pression observée,  $K$  étant le coefficient de la dilatation du verre. On cherchera ensuite à déterminer, par le calcul, combien pèserait un litre d'air à la même température et sous la même pression, son poids étant de 1 gr. 3 à 0° et sous la pression de 76 centimètres (304); et l'air étant pris pour unité, on déduira la densité de la vapeur cherchée. Nous renvoyons aux traités de physique, pour les détails qui ne sauraient entrer dans le cadre que nous nous sommes tracé.

318. Lorsque la vapeur dont on cherche la densité est celle d'un liquide dont l'ébullition n'a lieu qu'au-dessus de 100° cent., on remplace l'eau du manchon par une huile fixe. Mais cette substance se colorant au delà de 200°, il devient impossible

de voir ce qui se passe dans l'éprouvette: cédé de Gay-Lussac devient alors insuffisant nécessairement recourir à celui qui a pour moyens de peser directement les volumes. Le ballon dont on se sert, se compose d'un bocal de verre, dans lequel on dépose une certaine quantité de la substance solide ou liquide qui est réduite en vapeur; après en avoir effilé le bout, on le dispose et on le fixe dans un bain de marie d'huile ou d'un alliage fusible, lorsqu'on veut l'élever à une température très-élevée. La matière contenue dans le ballon entre alors en ébullition et se gazéifie, sa vapeur chasse l'air; et quand on a versé plus de liquide en excès, ou que le jet de vapeur cesse d'être aperçu, on ferme l'ouverture du ballon à la lampe, et on laisse refroidir le ballon. Le nombre de litres qui représente la capacité du ballon à 0°, étant connu, le volume  $V$  de la vapeur à  $t$  est  $V(1 + Kt)$  à  $t$ ;  $t$  étant la température,  $K$  le coefficient de la dilatation du verre et  $t$  le degré thermométrique atteint. En retranchant enfin, du poids du ballon refroidi, celui d'un vase vide de toute matière pondérable, déterminé par des pesées antérieures, on obtient le poids de la vapeur qui occupait le volume  $V(1 + Kt)$  à la température  $t$  et sous la pression barométrique (286). On a de la sorte tous les éléments nécessaires pour obtenir la densité de la vapeur, celle de l'air étant prise pour unité.

### § III. Induction.

319. Le nombre des éléments d'un corps a été évalué par les réactions (46), constaté par la série d'éliminations (110), les rapports établis et en volumes de chacun de ses éléments ont été déterminés par des mesures de précision. Là se termine la tâche de la manipulation; commence celle de l'INDUCTION. C'est à cette opération de l'esprit qu'il appartient de faire le compte de la combinaison ou de l'association de ces éléments, de leur restituer, pour ainsi dire, la pensée, la place qu'ils occupaient en eux avant toute analyse, dans le corps observé; à elle qu'appartient le droit de faire la synthèse, de tirer la valeur d'une inconnue de la comparaison des effets observés, de surveiller la marche de l'analyse, dont la rigueur dans les formes couvre souvent, d'un séduisant prestige, des écarts qui n'auraient pas échappé à la simple raison; de



ut la marche mystérieuse de l'opération , e mêle et se confond , dans des rapports les , et où , sous le masque d'un mélange moins intime , tant de corps parfaitement prennent des caractères si étranges et it à l'œil le plus exercé ; profonde et lon- thèse où l'esprit , interrogeant à la fois et observés et les lois constatées , compare es que les yeux lui transmettent , avec e sa mémoire a conservées. Là croyant voir vu , tant qu'il reste quelque chose à re , pour expliquer un seul petit point de , il cherche pour ainsi dire à analyser dans son ensemble ; et avant de conclure , que à soumettre un à un , les résultats du re , à la contre-épreuve de toutes les à la fois. La **SYNTHÈSE** est enfin une algè- ne puise ses formules que dans la raison nt ; or l'algèbre ne donne d'autres va- : celles que la logique a eu soin de placer que terme.

raisonnez, raisonnez, raisonnez longtemps nez juste , avant de formuler ; raisonnez ant de déduire ; c'est là toute la **SYNTHÈSE** ; génie des sciences d'observation , dont ilation n'est que l'artifice.

est dans le règne de l'organisation que se chimique doit s'imposer une marche re ; car c'est dans son domaine que les s matérielles de la manipulation sont mbreuses et moins variées.

est une considération générale , qui , à , suffirait pour établir une ligne de dé- n des plus tranchées , entre la chimie ue et la chimie organique ; et c'est elle e la base fondamentale de la méthode tion développée dans le présent ouvrage. s inorganiques se formant par voie de tion , et par la loi de l'affinité des molé- même nature , sont susceptibles d'offrir généité presque parfaite dans toutes les de leurs masses , même lorsqu'ils arri- grandes dimensions. Les corps organisés aire , se développant en vertu d'une loi par une série d'élaborations plus compli- résulte que les produits les plus hétéro- uvent se trouver renfermés dans les or- plus rapprochés. Or comme ces or- visibles à l'œil nu , sont inabordables à la et à nos procédés ordinaires de mani- il s'ensuit qu'en cherchant à isoler les es uns des autres dans le laboratoire , il rera de les confondre et de les mélanger

sans retour ; nous ne briserons les parois des cel- lules qui les recèlent que pour en altérer la pureté ; nous ne les dissoudrons dans un menstrue que pour les en retirer sous un autre nom , avec une livrée qui leur sera étrangère , et dont aucun des procédés de la chimie inorganique ne sera dans le cas de les dépouiller.

323. On conçoit en effet qu'à l'aide du creuset et des réactifs , on puisse isoler et peser les élé- ments indécomposables d'une substance inorgani- sée ; et pourtant combien les difficultés de l'analyse se compliquent avec le nombre de ces éléments ? Mais lorsqu'il s'agit d'une substance organisée , comment recourir au creuset sans décomposer l'organe , et comment recourir aux réactifs , pour s'emparer de la substance , à travers l'obstacle que les parois organisées opposent à la réaction ? Aussi dès l'instant que je me livrai à la lecture des travaux de chimie organique , je ne pus me dé- fendre d'un vague pressentiment ; et malgré l'as- surance de la rédaction , je restai toujours con- vaincu que les résultats obtenus ne représentaient pas la nature. Des travaux d'un genre moins répandu dans le monde scientifique vinrent enfin me fournir les moyens de m'expliquer ma défiance et de changer mes doutes en conviction. Je vis et je dessinaï des organes infiniment petits , et dont les formes et les aspects variés me semblaient re- présenter des fonctions et des propriétés diffé- rentes. Ces organes se trouvent côte à côte les uns des autres ; l'œil les distingue , le scalpel ne saurait pas les séparer. Or , me disais-je , quand le chimiste broie , déchire , fait macérer ou bouillir dans un menstrue un tronçon même minime de végétal ou d'animal , il doit nécessairement confondre et mé- langer , dans le même dissolvant , une foule de substances que la nature avait isolées dans des organes séparés. On dirait que le chimiste , fier de la puissance de son art , cherche à tout confondre , afin de se ménager le plaisir de tout démêler ; mais quand il a tout confondu , brouillé , mélangé , il lutte en vain contre des difficultés qu'il n'est point donné à son art de vaincre ; de là les con- tradictions , les incohérences , la bizarrerie des théories venant au secours de résultats inexplicables ; de là le nombre des substances indétermi- nées et pseudonymes , des doubles emplois , des créations nominales enfin , qui se multiplient de manière à effrayer la mémoire la plus intrépide et à dégoûter l'esprit le moins récalcitrant.

324. Je résolus donc de recourir à des méthodes plus rationnelles , à une marche plus philosophique. Or cette méthode nouvelle se résume en ces

termes : emprunter à chaque science tout ce qui peut servir à constater un fait, à reconnaître une loi. Car un livre a droit d'être spécial; c'est un répertoire d'un certain ordre de faits; mais l'observateur qui s'emprisonne dans le cercle d'une spécialité est un homme ou incapable ou inconséquent.

325. La nature ayant déposé certaines substances dans le sein de certains organes, je demandai à l'anatomie les moyens de reconnaître ces organes; et une fois que mon œil eut appris à les distinguer, je demandai à la chimie ses réactions et ses procédés. Si ces organes étaient trop petits pour être saisis à la vue simple, j'invoquais le secours des verres grossissants combinés en microscope. La physique m'apprit à suivre la marche des rayons lumineux, à me rendre compte des effets de la lumière réfractée et réfléchie; et je transportai le laboratoire de la chimie sur le porte-objet.

326. De cette manière, me dis-je, au lieu de confondre sous le pilon des organes hétérogènes, au lieu de m'amuser à faire rentrer la symétrie et l'ordre dans le chaos, pour chercher vainement ensuite à en faire jaillir la lumière, j'étudierai

l'organe en lui-même, j'étudierai son état de la plus grande pureté; et lorsque je serai assuré indubitablement de ses caractères de ses réactions, je n'aurai plus de peine à le faire apparaître sous le masque des mélanges. Je jetterai toutes les chaînes à ce Protée, à l'instant qu'il sortira de son giron par ma constance et mon imperturbable patience, je le forcerai à me révéler ses mystères. Dès lors il aura beau se montrer tour à tour dragon, fleuve, tigre, lion, il n'échappera pas à l'œil qui l'aura deviné et qui le domine.

327. Cette idée simple et rationnelle cessé de la poursuivre et de l'appliquer pendant un certain nombre d'années; et, telle qu'elle est, elle a la puissance d'une conception vraie, que, sans instruments, sans protection, quelquefois sans ressources, elle n'a cessé de produire de belles et bonnes choses, mes mains d'être féconde en résultats, bien des persécutions et des outrages, et enfin de toutes parts.

328. Le livre que je publie est une application de cette méthode; la section sera consacrée à fournir les formules générales des manipulations, auxquelles elle a plus souvent recours.

## DEUXIÈME SECTION.

### MANIPULATIONS EN PETIT.

1. Notre vue peut embrasser des espaces immenses par un point; doit-il paraître si surprenant que nous puissions obtenir de grands résultats, expérimentant sur le coin d'une petite table? Les corps qui sont l'objet de nos observations, ne changent pas de nature en changeant de dimensions, et les lois qui les régissent n'ont aucune variation dans l'espace; elles sont aussi puissantes sur un champ d'un millimètre carré que dans un champ de l'atmosphère. Les bornes de l'observation ne sont donc que dans les organes de la vue; il nous est permis de découvrir tout ce qui ne dépasse pas la portée de la vision distincte; et la vision est encore distincte à 10 ou 12 pouces de l'œil; or à 12 pouces de distance on peut très-bien l'épaisseur d'un millimètre; et il n'est pas nécessaire au succès d'une manipulation que le corps observé ait des dimensions susceptibles d'être appréciées à un pas de distance. L'objet sera grand, au contraire, et plus l'observation sera prompte; l'économie des dépenses s'enrichira encore de l'économie de notre temps, qui est si court, quand l'expérience est si longue.

Mais si l'art avait trouvé le moyen, en permettant pour ainsi dire la vision, de nous rendre apercevables des objets qui, par leurs dimensions, échappent à notre vue dépourvue de cet artifice, il est évident qu'il nous serait possible, sans nuire à l'exactitude du résultat, de réduire d'autant le volume des corps soumis à l'observation, de gagner en vitesse et en économie matérielle, en raison de cette réduction, à répéter en quelques minutes et sur un champ de quelques centimètres, toutes les expériences ordinairement exigent, dans les laboratoires, des surfaces de plusieurs pieds et une durée de plusieurs heures.

1. Nous aurions donc ainsi deux laboratoires de miniature: l'un dont les dimensions s'adaptent aux limites de la vision distincte, et l'autre

dont les dimensions seraient en raison inverse du degré d'ampliation visuelle que l'art aurait prêté à nos yeux. Or la science avait mis depuis longtemps à notre disposition ce dernier moyen; mais l'application en avait retiré peu d'avantages réels; son introduction en chimie organique a provoqué toute une révolution dans l'étude des corps organisés; nous voulons parler du microscope, instrument dont l'emploi est aujourd'hui un art d'une indispensable spécialité. Cette seconde section aura presque entièrement pour objet d'en faire connaître, avec les plus grands détails, tous les procédés. Afin de mettre plus de clarté dans l'exposition, nous serons obligé de modifier la marche que nous avons suivie dans la section précédente; nous décrirons les appareils et les instruments à part des opérations; en sorte que la série des chapitres qui doivent correspondre chacun à chacun avec ceux dans lesquels nous avons décrit les opérations qui formaient la matière spéciale de la première section, ne commencera qu'au chapitre troisième de cette section seconde; les deux premiers étant ici exclusivement destinés à faire connaître: 1<sup>o</sup> *les appareils de manipulation et d'observation qui suffisent à la vision distincte*, et 2<sup>o</sup> *les appareils de manipulation et d'observation que réclame la vue armée de verres grossissants*.

### CHAPITRE PREMIER.

APPAREILS DE MANIPULATION EN PETIT, POUR TOUTES LES OBSERVATIONS, QUI NE DÉPASSENT PAS LES LIMITES DE LA VISION DISTINCTE, OU TABLE LABORATOIRE.

332. Cette table, dont la pl. 3 est destinée à faire comprendre l'économie et les détails, affecte la forme générale de la fig. 1. C'est une table ordinaire, mais d'une plus grande solidité, ayant

1 mètre 14 cent. de long, 50 cent. de large et 75 centimètres de hauteur. Elle est munie de deux tiroirs opposés et latéraux (*ti'*, *ti''*) qui en remplissent toute la capacité, et qui en agrandissent pour ainsi dire la surface du double au moins, lorsqu'on les laisse ouverts. Fermés, ils contiennent tous les appareils que l'on voit éparpillés sur la planche; ouverts, et une fois que les appareils ont été disposés pour l'observation, ils servent à déposer les objets que l'on désire mettre à l'abri des accidents de la manipulation, et à débarrasser d'autant le dessus de la table. Les quatre pieds (*pppp*), égaux et à surface lisse, offrent dans toute leur longueur les mêmes dimensions qu'à la base, afin de pouvoir abaisser et élever à volonté la petite tablette mobile (*tl*), qui glisse à frottement et se fixe à la hauteur voulue par la vis de pression (*v*). Cette tablette sert de support aux vases et instruments que l'on a besoin de placer au-dessous du niveau de la table, et spécialement aux microscopes de grande dimension, dont l'observateur, assis pour dessiner, désire avoir l'oculaire à la hauteur des yeux. Le tiroir (*ti'*) porte une planchette percée de trente trous qui servent à loger tout autant de petits *flacons à l'émeri* (fig. 14) à étiquettes (*e*) gravées sur verre (51); on a ainsi sous la main, une *boîte à réactifs* (46) mobile. Les autres instruments sont fixés, dans l'un et l'autre tiroir, au moyen d'encoches qui les préservent des accidents du cahotement pendant le transport. Nous allons les énumérer et les décrire, en suivant l'ordre dans lequel on doit s'en servir.

333. CUVE A DISSECTION (fig. 2). Cette pièce importante est en cristal taillé; elle est rectangulaire, longue de 175 millimètres sur 135, et de 25 millimètres de profondeur; l'épaisseur en est telle, qu'elle peut supporter impunément tous les genres d'efforts et de pressions que réclament les exigences de la dissection. On pourrait en construire à meilleur marché, par l'assemblage d'une lame de beau verre à glaces avec quatre bandes d'égale hauteur et de même substance. Un châssis en cuivre suffirait à en maintenir les bords, et le mastic ordinaire des instruments de physique s'opposerait à l'écoulement des liquides. Mais une cuve de cette structure est sujette à se désassembler au moindre choc à cause de la faible adhérence du mastic contre les parois du verre; elle ne saurait servir aux dissections dans l'alcool, l'ammoniaque, les acides; et le séjour prolongé de l'eau ordinaire elle-même finit par vaincre l'adhérence

du mastic avec le verre, en s'insinuant dans les joints. C'est ce qui nous a porté de préférence l'emploi de celle en cristal; le prix un peu élevé de celle-ci doit être considéré comme la somme qu'occasionnerait à la longue l'entretien et le remplacement de l'autre; on y gagne le temps que les réparations de celui-ci feraient perdre.

334. La cuve est maintenue à une hauteur convenable par un support rectangulaire dans lequel elle s'enclasse par sa base. Les pieds (*pp*) se ploient à charnière (*α*) pour replacer l'appareil dans le tiroir.

335. Supposez maintenant la cuve disposée sur un point quelconque (fig. 1); elle est susceptible de recevoir toutes ses surfaces. Que l'on veuille étudier les organes les plus délicats d'une plaie animale, dans un menstrue capable d'en faire ressortir les détails plus distincts; on versera ce menstrue dans la cuve jusqu'à la hauteur nécessaire pour que l'organe y soit entièrement submergé. On se servira des deux scalpels (fig. 17), de la pince (*pi*, fig. 18), et de deux aiguilles (*ai*, fig. 18 *ai*), il sera facile de diviser, de décoller tout ce qui est visible à l'œil nu. Pour maintenir les membranes dans la situation convenable, on aura à sa disposition quatre *érignes* de deux espèces d'hameçons attachés par un fil (*f*) à une demi-sphère solide en plâtre. On promène sur la table, jusqu'à ce qu'on ait obtenu le degré de tension le plus convenable pour l'observation. Lorsqu'on n'a pas besoin des parois verticales de la cuve, on étend une feuille de liège, que l'on fixe au moyen d'un carré en gros fil de fer; on fixe alors immédiatement les bords des membranes contre le liège, au moyen d'*érignes* qui servent aux dissections ordinaires. Le fil de fer a encore une autre destination: il ne laisse pas que d'offrir un certain avantage dans certains cas; car les *érignes* en hameçon soulèvent les membranes en les étendant, et on les amène vers le bord du vase, alors il est nécessaire de les maintenir dans le fond de la cuve à cet inconvénient en faisant passer le fil entre le fil de fer et le liège; on donne alors un mouvement de traction, une direction

336. PORTE-LOUPE. L'objet étant ainsi disposé sous un jour favorable, pour en étudier les détails et en poursuivre la dissection jusqu'à ses dernières limites, on commence par l'ob-

*orlogers* (fig. 5), qui, par son achro-  
l'étendue du champ, jouit sous ce  
supériorité inappréciable. Sa mon-  
rge cône tronqué en corne noire,  
river à l'œil que les rayons de lu-  
du corps observé. On la place dans  
porte-loupe (*pt* fig. 4), espèce de  
de trois fois, afin d'amener la loupe  
jours et dans toutes les positions. La  
e par un anneau (*an*) qui glisse à  
ong de la TIGE A SUPPORT (*tg* fig. 6),  
e hauteur quelconque, au moyen de  
sion (*v*). La monture du microscope  
remplacer avec avantage cette tige  
rad'enemployer la pincemobile dans  
, que l'on introduira dans le levier  
microscope. Les mouvements de gau-  
et d'arrière en avant de ce levier  
la lentille sur toute l'étendue de la

orn portatif et mobile (fig. 3) est  
ter çà et là la lumière sur tous les  
ps que l'on désire observer par ré-  
le place sous la cuve, et on prend le  
nt. Il n'est pas nécessaire de le con-  
es dimensions égales à celles de la  
re dont on a besoin, dans les obser-  
genre, ne devant être en rapport  
mp de la loupe.

EILS DE MANIPULATIONS CHIMIQUES.  
et à l'observation doit succéder la  
, et la table d'anatomie devient alors  
ps la table laboratoire; deux TIGES à  
6 et fig. 11) suffisent à cette nouvelle  
Dépouillées de tous leurs accessoires,  
tiges d'un égal calibre, munies à leur  
iffe (*gr*) qui pince le bord de la table,  
strument dans une position verticale,  
la vis de pression (*v'*). L'une (fig. 11)  
orter les valets mobiles (*ccc* 193),  
ivre, soudés au bout d'une tige hori-  
courte, qui glisse et se fixe le long de  
oyen de son anneau (*an*), et de la  
on (*v*); le diamètre de ces cercles varie  
me des vases qu'on veut employer.  
qu'on place les capsules (*ca* 164), les  
, et qu'on fixe les entonnoirs mêmes  
stinés à une filtration. La lampe (*lm*)  
immédiatement au-dessous de l'un de  
r la table, on conçoit qu'en abaissant  
e valet (*c*), on puisse soumettre le  
is les degrés de chaleur que la flamme  
IL. — TOME I.

(*fm*) est dans le cas de lui communiquer. Cette  
lampe est en fer-blanc; on n'y brûle que de l'al-  
cool, afin de soustraire l'expérience aux émana-  
tions oléagineuses.

339. L'autre tige (fig. 6), outre le porte-loupe  
(*pt*), reçoit, dans un anneau mobile (*an*), qui se  
fixe aussi par une vis de pression (*v*), une pince  
en cuivre à mouvement (*pn*), et une LAMPE A HUILE  
(*lm*) POUR CHALUMEAU, qui est munie d'un anneau  
semblable (*an*).

340. Une cornue (fig. 13, *cr*) étant appuyée sur  
un des valets de la première tige, et son col étant  
introduit dans le grand goulot de l'allonge (*al*),  
celle-ci est maintenue en position par la pince  
(*pn*) de la deuxième tige; et si l'on introduit en-  
suite le petit bout de l'allonge dans la tubulure  
latérale (*tu'*) du matras (fig. 10'), qui repose sur  
la table au moyen d'un valet en bois (fig. 15), on  
aura de cette manière un appareil distillatoire  
complet, et capable de fournir tous les produits  
que réclament les expériences les plus délicates de  
la chimie organique. La cornue sera la cucurbite,  
et le matras le réceptif, l'allonge fera l'office de  
serpentin (188). Pour se mettre à l'abri des éma-  
nations, on pourra adapter à la tubulure (*tu*,  
fig. 10') un tube recourbé dont l'extrémité ira  
plonger dans un liquide capable de saturer les va-  
peurs, et d'en neutraliser les effets.

341. Les ballons à col long (10) ou court  
(fig. 10') sont maintenus en position en s'ap-  
puyant par la panse (*p*) sur l'un des valets (*c*) du  
support (fig. 11), et en s'introduisant par le col  
(*cl*) dans un cercle supérieur; on les y fixe, si  
cela est nécessaire, au moyen de petits fils de fer  
ou de laiton.

342. Lorsqu'au lieu de capsules, dont les plus  
petites sont souvent trop grandes relativement à  
la quantité de substance qu'on a à sa disposition,  
on fait usage, en guise de réceptif, de simples  
verres de montre, on se sert, pour les suspendre  
au centre du valet, d'un trépied en fil de fer dont  
nous avons déjà donné la figure, pl. 1, fig. 34, ou  
bien d'un anneau de rideau ordinaire, que l'on  
maintient à une égale distance du cercle, au moyen  
de trois ou quatre fils de fer tendus.

343. Outre ces ustensiles, on trouve, dans la  
table laboratoire, un certain nombre de tubes de  
verre fermés par un bout-à la lampe (fig. 23, *α*),  
petits ustensiles très-commodes pour soumettre à  
l'action de la chaleur d'une lampe des petites quan-  
tités de substance. On les maintient fixes, contre  
les soubresauts de l'ébullition, par une spirale  
(*sp*, fig. 16) en fil de fer, qui entre dans le cer-



cle du petit trépied que nous venons de décrire.

345. Le tube (fig. 20) est effilé à la lampe par l'une de ses extrémités, et il est ouvert à ses deux bouts; il sert à aspirer les quantités minimales de liquides ou de réactifs, dont on a besoin pour des expériences en petit ou des dissections microscopiques.

346. Le tube recourbé (fig. 9) garantit l'observateur des accidents auxquels ne manquerait pas d'exposer une distraction fort ordinaire, en aspirant des réactifs nuisibles. Il est redevable de cet avantage à la boule soufflée ( $\delta$ ), où se rassemble le liquide en excès, et dont la capacité, si petite qu'elle soit, ne saurait être remplie par suite de l'aspiration la plus longue; ces sortes de tubes se nomment *pipettes*, et peuvent tenir lieu, au besoin, de CHALUMEAUX.

#### CHALUMEAU ET SES DIVERS APPAREILS.

347. La chaleur, dégagée par la combustion, s'élève en raison de la quantité d'oxygène qui arrive, dans un moment donné, sur le combustible en ignition. Cette quantité d'oxygène arrive au combustible en raison de la vitesse du courant d'air dont elle fait partie. Or, comme la quantité de chaleur absorbée par un corps sur lequel on cherche à la concentrer, est proportionnelle à sa masse, il s'ensuit que, pour produire la fusion d'un corps sous un petit volume, il suffira de faire parvenir le courant d'air, par l'orifice le plus étroit, sur la flamme d'une mèche ordinaire, pour obtenir les mêmes réactions, qui exigeraient l'emploi d'un grand soufflet de forge, si la masse du corps sur lequel on agit était plus considérable.

348. C'est ce qu'ont compris de temps immémorial les ouvriers sur métaux; et lorsqu'ils ont eu à opérer des soudures sur des solutions de continuité d'une petite surface, la flamme d'une chandelle leur a servi de brasier, dont ils ont activé la combustion, en y concentrant, à travers un tuyau du plus faible diamètre, le simple courant d'air que l'insufflation est dans le cas de produire, par le jeu des muscles buccinateurs. Pour la commodité de l'opération, ils fléchirent ensuite ce tuyau, qui, prit ainsi la forme de la figure 20, pl. 3. C'est encore celle qu'ils adoptent dans les manufactures; car ces hommes forts, à vaste poitrine, et à longue haleine, s'arrêtent peu aux difficultés qui, pour nos poitrines de cabinet, prennent une plus grande importance. Nous qui exhalons plus que nous ne soufflons, nous n'avons pas tardé à remarquer que, sous cette forme si peu compliquée,

le *chalumeau* était exposé à *orach* (l'expression) par intermittence, ce qui recommencer, comme si le premier courant n'avait pas élevé la température; car par intermittence tout s'est refroidi d'autant. Ce pour éviter cet inconvénient, qu'on adapta, à une certaine distance de l'extrémité du bec, une creuse, dans laquelle les vapeurs d'eau se rassemblaient sans former obstacle au courant d'air, que la quantité d'eau accumulée commençait à devenir considérable, on en vidait la creuse aspirant fortement par le grand orifice. Le chalumeau prit alors la forme de la figure 9, qui compose, comme on voit, de trois parties : 1° du cylindre courbé, dont l'orifice ( $\alpha$ ) s'introduit dans la cavité buccale, et que l'on tient de droite à la hauteur déterminée par la flamme de combustion; 2° de la boule qui sert de réservoir ( $\delta$ ); 3° du bec conique ( $\beta$ ), qui va se rétrécissant tellement que l'ouverture qui lui donne issue au courant d'air, égale à son diamètre d'une épingle ordinaire. Dans l'origine, ces instruments étaient en laiton et de couleur blanc d'un bout à l'autre. Cronstedt, Berzélius, Tennant, Wollaston, etc., les ont modifiés de manière à les rendre portatifs et con-

349. Berzélius s'arrêta à la modification de Gahn, qui est celle de la fig. 8, pl. 3. Le réservoir ( $\delta$ ) en est cylindrique, et les tubes s'y joignent à angle droit. L'embouchure ( $\alpha$ ) est en ivoire pour préserver la bouche du contact du laiton ou fer-blanc. Le bec ( $\beta$ ) étant sujet à s'encrasser, on y adapte, à volonté, un ajutage en platine qui peut nettoyer, en le soumettant à son tour à la flamme du chalumeau, pour brûler le dépôt qui l'obstrue et l'encrasse. Toutes ces pièces sont susceptibles de se démonter, soit pour les placer dans une boîte, soit pour permettre de barrer le réservoir, de l'eau qui s'y accumule. Lebaillif imagina de terminer le réservoir ( $\delta$ ) par un bouchon en liège, que l'on avertit par un couvercle en métal ( $\gamma$ ), ce qui peut faire écouler l'eau, sans démonter l'instrument pièce à pièce.

350. Malgré tous ces perfectionnements, l'instrument ne nous a jamais paru faciliter l'insufflation, comme le fait celui de la forme représentée par la figure 9. En effet, l'écoulement de l'air est plus facile, quand il ne fait que tourner dans le même sens contre des parois sphériques, que quand il est forcé d'aller se briser à angle droit, par des angles plus ou moins obliques, avant de donner issue par un orifice ouvert sur l'une de



lire qui sert de réservoir; et nos *pipettes* (346) qui affectent la forme de la fig. 9, toujours paru préférables au *chalumeaux* s venons de parler, toutes les fois qu'on leur ou trois petites analyses à faire. On leur ensuite l'eau accumulée, en inclinant lent sur son grand orifice ( $\alpha$ ); et si le bec se ferme en fondant par l'effet de la flamme, l'en casser la pointe pour le rouvrir. Ce mode de tels instruments sont trop fragiles, pour venturer dans un voyage d'observation un chalumeau en métal; et dans ce cas, le mode serait celui dont la forme se rapproche le plus de celle de la figure 9, tout en conservant les détails de l'embouchure, de l'ajustement du bouchon du chalumeau de Lebaillif. Ce mode s'appliquerait à la paroi du réservoir, qui, dans l'acte de l'insufflation, est en contact avec la paroi inférieure.

Après tout ce qui précède, il sera facile de prendre le parti que l'analyse des infiniment petits dans le cas de tirer de l'emploi du chalumeau. On voit en effet la lampe ( $lm'$ , fig. 7, pl. 3) et la mèche ( $m$ ) occupe l'extrémité opposée à la mèche ( $m$ ), qui sert à la fixer sur la tige ( $6$ ); soit un charbon ( $cha$ , fig. 7'), que l'on tient de la main gauche en face de la flamme, et de la pince ( $pn$ ); si de la main droite on dirige le bec ( $6$ ) du chalumeau (fig. 8) vers la flamme, et qu'on souffle par l'orifice ( $\alpha$ ), la flamme sera projetée sur le charbon dans la direction du bec du chalumeau, et proportionnellement alors la puissance du feu d'un feu de forge; or si, sur le charbon, on trouve une parcelle d'un métal ou autre susceptible de hautes températures, on reproduit cette parcelle, tous les effets que, sur les plus considérables, on n'obtient qu'à l'aide des hauts fourneaux.

Le procédé, comme on le voit, n'est pas difficile; mais l'art de l'employer est un de ces arts qui demandent une certaine habileté. Les préceptes d'un livre ne sauraient suffire. Tout le monde est apte à souffler avec un chalumeau, mais chacun n'y souffle pas aussi facilement pour sa poitrine, ni aussi heureusement pour le succès de l'opération. L'habileté, en chimie, en toute chose, est de dépenser peu de force; le souffleur habile est celui qui est dans le cas de suffire à une longue et continue insufflation, sans faire plus d'efforts que dans l'expiration ordinaire. Cet effet, il l'obtient en soufflant par les narines, et en insufflant par

le jeu des muscles de la joue, qui font en cette circonstance l'office de soufflet. En débutant dans cet art, on éprouve toujours une difficulté pénible, parce que les mouvements de ces muscles ne suivent pas les mouvements alternatifs des muscles pectoraux, les mouvements qui produisent alternativement l'*expiration* et l'*aspiration*.

353. Nous ne conseillerons donc pas à tous les observateurs d'animer leur chalumeau avec le souffle de leur poitrine; car nous savons mieux que personne, et à nos dépens, que toutes les poitrines, même les plus robustes, ne se prêtent pas également à un exercice aussi fatigant. D'un autre côté l'emploi du chalumeau ordinaire condamnant les deux mains au rôle de simples supports, prive l'observateur des deux plus puissants leviers que la nature ait accordés à l'adresse de l'homme; et l'on a plus d'une fois à regretter, dans le cours des essais de ce genre, de n'avoir pas à sa disposition un seul doigt de la main, pour diriger un mouvement, et pour prévenir une circonstance malencontreuse. Un appareil qui laisserait à l'opérateur le libre usage de ses deux mains, tout en lui permettant d'activer la flamme, et cela sans fatiguer sa poitrine, centuplerait les applications pratiques du chalumeau ordinaire.

354. C'est le but qu'on s'est proposé dans la construction de la *table d'émailleur*, c'est-à-dire de la table qui sert de temps immémorial aux *émailleurs sur terre et sur métaux*. C'est une table ordinaire munie tout autour d'un petit rebord qui arrête les objets susceptibles de rouler. Au-dessous est disposé un soufflet à deux âmes, que l'on met en mouvement au moyen d'une pédale, et qui donne ainsi un courant d'air continu, que l'on dirige à travers un canal, dont l'extrémité se coude, au-dessus de la table, en forme du bec du chalumeau ordinaire. On place, en face de l'orifice, une lampe plate en fer-blanc, munie d'une grosse mèche à la hauteur du bec. On anime le gros soufflet avec le pied, et les deux mains de l'opérateur, assis contre la table, peuvent de la sorte présenter l'objet à la flamme par toutes ses faces, et en combinant tous les genres de mouvements et d'efforts.

355. C'est sur ce modèle que quelques observateurs du siècle passé ont construit des *chalumeaux* à insufflation artificielle. Nazen imagina d'adapter, au bec d'un chalumeau fixé sur une table, une vessie remplie d'air atmosphérique, que l'on comprime entre les genoux, et que l'on gonfle, à mesure qu'elle se vide, en soufflant au moyen d'un tube muni d'un robinet.

356. Danger, l'un de nos plus habiles *souffleurs* (\*), a perfectionné cet appareil de la manière la plus heureuse. La fig. 9, pl. 2, en représente les détails au simple trait. Le support de ce chalumeau est une griffe en bois (*gr*), qui s'applique contre le bord d'une table (*t*), au moyen de la vis de pression également en bois (*v*). Cette pièce est traversée d'un conduit, dans l'extrémité supérieure duquel s'adapte le bec du chalumeau en verre (*aj*), et dont l'extrémité inférieure se termine par un autre tube en verre dont l'orifice (*or*) descend jusqu'au milieu environ de la capacité de la vessie de cochon (*ve*), qui sert de réservoir d'air et de soufflet. Cette vessie peut être remplacée par un sac de cuir à fortes coutures; elle s'applique exactement sur toute la surface inférieure de la griffe (*gr*). A la partie postérieure de celle-ci est une saillie, contre laquelle se fixe un autre tube, dont on saisit l'embouchure (*em*) avec la bouche, toutes les fois qu'il est nécessaire de remplir la vessie d'une nouvelle quantité d'air. A la base de ce tube est située une petite soupape (*sp*), qui donne issue à l'air insufflé, et s'oppose au passage de l'air que l'on chasse en comprimant la vessie. L'observateur assis contre la table sur laquelle est fixé l'instrument, ayant rempli d'air la vessie (*ve*) en insufflant par le tube (*em*), la comprime entre ses genoux, afin d'animer la flamme (*fl*) du petit chandelier (*ch*), en face de laquelle est placé l'ajutage (*aj*); et pour que la flamme se maintienne à la même hauteur, pendant toute la durée de l'opération, l'artiste a eu la précaution de disposer, dans l'intérieur du tube, une spirale, qui presse, en guise de ressort, la chandelle, contre l'orifice qui ne donne passage qu'à la mèche.

357. Pour les opérations autres que les opérations minéralogiques, le chandelier est remplacé par une *lampe d'émailleur* (\*\*), dont la forme est celle de la pl. 2, fig. 8. La construction en est aussi simple que la plupart des lampes ordinaires; mais celle-ci a l'avantage de donner moins de fumée que les autres, de moins soustraire l'objet à la vue, et de pouvoir être nettoyée avec plus de

facilité; car le chapiteau (*ch*), en mèche (*fl*), ramène la fumée si force de se consommer au profit et dispense ainsi de l'usage des lampes que les souffleurs placent au-dessus pour conduire au dehors ou dans la cheminée de l'appartement, les vapeurs neuses de leurs lampes. La lampe à tubes de verre, avec son bec fumivore, est de douze fois plus inférieure à celui des bons chalumeaux ordinaires. Sous le rapport de la simplicité, il ne laisse rien à désirer, et munir le bec d'un *ajutage en verre* se prête, avec un égal succès, et pour des usages chimiques que l'on désigne sous le nom de *d'analyse par la voie sèche*, dont on se sert de modifier la forme pour les besoins de la chimie.

358. USTENSILES DE L'ANALYSE SÈCHE AU CHALUMEAU. Ces ustensiles nombreux ni d'une dimension bien grande, tant aucune réaction en grand n'est nécessaire pour révéler la présence d'aucune substance et en si peu de temps, on peut brûler un morceau de charbon bien brûlé, la parcelle de substance que l'on tient au niveau du jet de la flamme, à l'aide de crochets d'une pince à manche fig. 7') (\*\*). On préfère le charbon de celui de saule, qui est préférable. Les charbons provenant de la houille compacte, celui de hêtre et de cèdre donnent trop de cendres, et les charbons trop ferrugineux; leur contact ne peut pas d'altérer la pureté des réactions. La base supérieure de ce cylindre plaçait anciennement, avec une parcelle de substance à essayer, qui devait lui servir de menstruel, la flamme sur ce mélange en pou-

(\*) On désigne plus spécialement sous ce nom, l'artiste qui s'occupe de souffler le verre pour les instruments de physique et de chimie; les *émailleurs* sont ceux qui soufflent les bijoux, les joujoux d'enfants et les objets de verrerie.

(\*\*) Il est des circonstances qui demandent une flamme si pure de fumée, que l'on a été obligé de remplacer la lampe à huile par la lampe à esprit-de-vin. La lampe représentée par la fig. 35, pl. 1, remplit très-bien cette condition. Elle se compose d'un flacon à deux tubulures, l'une supérieure, et l'autre ouverte vers la base et sur la paroi du vase. A celle-ci s'adapte un tube de verre communiquant avec le petit vase (*lm*) qui doit

servir de lampe. On emplit le premier ou le bouchon avec un bouc ou de liège, le verre (*t*) qui plonge dans l'alcool. La combustion de l'alcool vers la lampe (*lm*), et le tube (*t*) introduit, au fur et à mesure que l'alcool s'évapore, pour tenir le niveau constant par une pression constante.

(\*\*\*) Cette pince se compose de deux branches, dont le sommet (*a*), et que l'on rapproche l'une de l'autre en faisant glisser l'anneau (*s*) dans la rainure chassée.

me dont la coloration, pendant la fusion et le refroidissement, donnait le caractère de la substance cherchée.

Le cas où le contact du charbon avec la réaction qu'on avait besoin de préserver de petites cuillers de platine, fut remplacé ensuite par de petites capsules de platine, ayant la forme et les dimensions (fig. 16, pl. 1; elles servaient de récipients pour les substances d'essai. Gahn imagina un instrument, en certaines circonstances et avec une modification, a encore aujourd'hui un grand usage. C'est un fil de platine de deux centimètres environ de longueur, qu'il recourbe en forme de crochet. Ce crochet sert à porter la pâte, et retenait le globule pendant le refroidissement. En tournant ce crochet en cul-de-lampe, comme l'indique la fig. 16 (pl.), ce petit appareil peut servir de support aux grandes comme aux plus petites substances, et il retient d'une manière sûre la pâte, pendant toute la durée de l'opération. Le bout horizontal ( $\alpha$ ) est tenu par

l'ancien procédé, tel que nous venons de le décrire, exigeait, pour que la réaction fût terminée, la masse soumise à l'essai se prit en refroidissant, résultat qui, pour être petit à petit, ne pas moins de grands efforts d'inspiration après tant de fatigue, le caractère du produit à deviner ne se trouvait qu'à la fin. Gahn, par suite de cette considération, imagina, par la suite, de couler la substance sur la surface, qui suffit à l'indication du produit, aux dépens de l'épaisseur, qui offre un avantage venant que d'utilité; il étendit la pâte au lieu de la tourner en globule; et il obtint l'effet de petites coupelles de 4 lignes de diamètre (pl. 3, fig. 16, co), qu'il fabriquait de la manière suivante. Il pulvérisait du corail d'agate, de la porcelaine blanche de terre de pipe, il mêlait les deux et obtenait par la lévigation une pâte homogène; il étendait une couche d'égale épaisseur sur une table, et avec une règle percée d'un certain nombre de trous de même diamètre, il en tirait, comme par une presse, tout autant de petites rondelles de même épaisseur de pâte à employer. Il appliquait ensuite une feuille d'enfant sur la surface des rondelles, pour les rendre légèrement concaves, et les faisait sécher dans un creuset sur un feu doux, jusqu'à ce qu'elles eussent repris

une belle blancheur. Il conservait ces coupelles empilées dans des tubes de verre fermés à la lampe, et bouchés avec un liège. Chacune d'elles est destinée à un essai; à cet effet on place la substance et son réactif en poudre sur la coupelle, qui elle-même se place sur le charbon ordinaire (558); on projette la flamme sur le mélange, qui s'étend peu à peu sur la coupelle en fondant; une fois la fusion complétée, on laisse refroidir spontanément ce petit appareil, et on note la coloration qu'a prise le verre, en s'étendant comme une croûte légère, ou plutôt comme un émail, sur la surface de la coupelle. On enlève alors la coupelle avec une pince, et on la dépose pour mémoire sur une capsule en porcelaine avec son numéro d'essai. On recommence l'opération avec une nouvelle coupelle et un nouveau réactif, jusqu'à ce que la liste des réactifs ordinaires ait été épuisée. Cette méthode a été adoptée généralement; et chacun tient aujourd'hui en réserve un certain nombre de ces petits ustensiles, qui offrent l'avantage inappréciable de ménager le temps, les poumons, et d'agrandir la surface des caractères que l'on veut peindre à l'œil.

361. Ce chapitre n'étant consacré qu'à la description des instruments et des appareils, nous renvoyons à un chapitre spécial ce qui concerne l'art d'observer au chalumeau.

362. TRAVAIL DU VERRE DANS L'INTÉRÊT DES EXPÉRIENCES EN PETIT. L'art de souffler le verre est une branche de la manipulation, laquelle ne doit être tout à fait étrangère à aucune des personnes qui s'occupent de chimie. Sa puissance est restreinte au diamètre d'un tube de verre; mais avec ce peu de chose, son génie opère les plus jolies et les plus utiles transformations. Dans un ouvrage où les manipulations en petit sont appelées à occuper une si grande place, nous ne saurions nous dispenser d'entrer dans quelques détails sur la fabrication du souffleur.

363. Les tubes de verre ou de cristal que l'on emploie comme matière première de cet art, ont ordinairement un mètre de long, et affectent tous les calibres. Ils doivent être droits et également cylindriques à l'intérieur et à l'extérieur, c'est-à-dire offrant sur toute leur longueur le même diamètre et la même épaisseur. La substance doit en être d'une belle eau, sans pierres, sans stries. Le verre blanc, connu dans le commerce sous le nom de *cristal*, offre l'avantage d'une fusion plus facile; mais il noircit au contact d'une certaine portion de la flamme, à cause de l'action de la

fumée sur l'oxyde de plomb qui entre dans la composition de sa pâte; on ne s'en sert jamais pour la confection des instruments destinés à contenir l'hydrogène sulfuré, ou les hydrosulfures, etc.; on le destine aux instruments de luxe, aux baromètres, thermomètres, etc.

364. Quant à la lampe, on y brûle de l'huile de colza épurée, que l'on conserve à l'abri du contact de l'air avant et après chaque opération; les mèches sont en coton neuf, souple, non éventé à l'air; leur grosseur est au diamètre de l'orifice du bec du chalumeau, dans le rapport de 24 à 1, en sorte qu'elle ait environ 1 pouce, quand l'orifice est de  $\frac{1}{2}$  ligne.

365. La flamme produite par l'insufflation apparaît sous forme d'un cône bleuâtre suivi d'une lueur vive, mais indéterminable, qui termine le jet et donne la chaleur la plus élevée. L'extrémité du cône bleuâtre a une grande propriété désoxydante, à cause de la quantité de gaz combustibles qui s'y accumulent; l'extrémité au contraire du jet le plus violent, libre de tout corps combustible, oxyde les métaux qui là ne se trouvent en contact qu'avec l'oxygène atmosphérique.

366. Ces circonstances étant prises en considération, on nettoie l'orifice du porte-vent avec une petite aiguille, on rafraîchit la mèche de toutes les portions charbonnées, on la taille carrément, on la partage en deux faisceaux principaux, assez écartés pour permettre au courant d'air que l'on dirige entre eux, d'effleurer leur surface.

367. On essuie les tubes de verre de l'humidité et de la poussière, soit avec un linge, soit, lorsqu'ils sont de petit calibre, en les présentant graduellement à un feu de charbon incandescent, jusqu'à ce qu'on ait noirci et puis volatilisé toutes les traces des impuretés de la poussière. Toutes les fois qu'il s'agit d'exposer des tubes de verre au feu, on le fait, en les approchant peu à peu, et en ayant soin de les retourner sur leur axe entre les deux mains, de manière à répartir la chaleur sur toute la circonférence. On prend les mesures et les divisions commandées par le genre d'ouvrage qu'on veut produire. Cela fait, on applique la flamme sur l'endroit échauffé qu'il s'agit de ramollir par la fusion, on retourne vivement le tube sur lui-même, en le tenant horizontalement fixe avec les deux mains, l'avant-bras appuyé sur le rebord de la table; et dès que le ramollissement offre le caractère voulu, on procède au travail du tube. Lorsque la pâte du verre est arrivée au *rouge brun*, on peut *courber*, *couder*, *étran-*

*gler*, *effiler*, ou *couper aux ciseaux* le pour les *souffler*, les *sceller*, les *éva-percer*, il faut que le ramollissement ait le degré de chaleur indiqué par le *rouge*.

368. Pour *courber* et *couder* un tube de rapprocher ou éloigner les deux extrémités des mains; on peut même ainsi les tourner en spirale et en vis d'Archimède.

369. On *étrangle* un tube de verre par le procédé qu'on l'*effile*, seulement on l'étire. On *effile* un tube soit à son milieu soit à ses extrémités, en amenant la fusion au *rouge cerise*. On ôte alors le tube, on en tire les extrémités en sens contraire, mais horizontalement, de manière que la pointe des cônes qui terminent la portion effilée soit dans l'axe du cylindre du tube. Le tube en refroidissant s'effile au milieu; si l'on coupe le tube vers le milieu de l'un des cônes, on a une extrémité effilée. Mais on peut aussi effiler l'extrémité d'un tube, en l'amenant au rouge-cerise, le pinçant avec des brucelles, et le tirant dans le sens contraire de la main qui tient le tube par l'autre extrémité.

370. Si l'on désire former un bûchelet, on coupe le tube de l'autre côté de l'*étrangement*, on rapproche les deux portions pendant la fusion, les deux portions se joignent, et on le retire du feu, pour le laisser refroidir dans cet état.

371. On *borde* les tubes, en les usant à l'émeri, ou en exposant les orifices tranchants à la flamme, jusqu'à ce que les bords en soient émoussés. Si l'on veut que les bords en soient saillants, on expose l'ouverture, en y promenant un fil métallique, et l'on appuie brusquement cette portion sur un plan horizontal, pendant que la pâte est molle.

372. On *coupe* aux ciseaux ordinaires les tubes ramollis, et on lui refait l'ouverture avec un ciseau métallique. Pendant le ramollissement, on coupe tout aussi nettement les tubes de verre de petit calibre, en pratiquant une entaille circulaire à la lime ou au diamant, ou même avec un morceau de pierre à fusil. On pince le tube avec les deux mains, aussi près que possible de l'entaille, et on le casse net en cet endroit en le couvant brusquement. Mais ce procédé ne s'applique qu'aux vases d'un certain calibre, on a besoin de diminuer la capacité, ou de clarifier l'orifice. On a donné divers procédés pour arriver à ce résultat. Les uns conseillent de pratiquer une entaille tout autour du vase avec la lime ou un diamant, et de loger dans l'entaille un fil trempé dans l'huile de térébenthine.

par le bout libre; la flamme, en se consumant rapidement sur toute la longueur du duit en cet endroit la séparation nette des moitiés du vase. D'autres remplacent le fil dans l'huile de térébenthine, par un charbonné ou un fil de fer rougi au feu, dont ils font rapidement la pointe tout autour de la paroi préalablement humectée d'eau. Mais le charbon et le fer s'éteignent à moitié chemin, et on casse ainsi le verre autrement qu'on ne le veut. Pour parer à cet accident on a imprégné le verre taillé en forme de crayon, avec des substances capables d'en activer la combustion.

On fabriquait de petits bâtons cylindriques, avec une plume à écrire, avec un mélange composé de gros de gomme arabique, dissoute dans quatre onces d'eau, d'une demi-once de gomme de styrax calamite (*styrax officinale*), dissoute dans quatre onces d'eau, de résine de styrax calamite (*styrax officinale*), dans une demi-once d'alcool à 0,83; d'une once de benjoin dissoute dans  $\frac{2}{5}$  d'once d'alcool au même degré, et de trois onces à trois onces et demie de charbon de bois de pin ou de hêtre séché et passé au tamis de soie; mélange trépané dans un mortier de fer, jusqu'à ce qu'il soit tout fait pris en une masse compacte et dure, qu'il moulait enfin en crayons, entre deux lames saupoudrées de charbon, et qu'il séchait à l'air sous cette forme. Mais évidemment, ce mélange renferme au moins deux substances qui ne contribuent en rien, ou pour le moins de chose, à l'effet que l'on produit avec ces crayons. Quoi qu'il en soit, Gahn retirait les mêmes effets de l'emploi de ces petits crayons qu'il promenait, allumés par un bout, sur la paroi où il devait produire une solution de continuité, entre les deux portions du vase.

À la faveur de l'un ou l'autre de ces procédés on peut retirer d'un matras, d'un ballon, et d'une cornue de verre (194), qui se chauffe au feu, des capsules (164), d'une quantité supérieure aux capsules du commerce, les parois de ces vases soufflés sont recouvertes d'une pâte plus homogène et d'une épaisseur.

Chapman indique un procédé qui paraît lui avoir toujours réussi, pour enlever des portions de verre, de carafes, de cloches, etc. On plonge le vase d'un bain d'huile jusqu'au niveau où doit opérer la solution de continuité; il est dans un endroit aéré; puis, il plonge le crayon, jusqu'à la profondeur environ d'un

demi-pouce, une tige de fer, rougie au feu, d'un pouce environ de diamètre; l'huile qui s'échauffe se rend violemment à la surface du bain, et la différence brusque qui s'établit à ce niveau entre la portion inférieure de l'huile, et la couche intérieure de l'air atmosphérique, fait que la solution de continuité des parois du vase s'opère avec l'horizontalité tracée par le niveau du bain. Il est un phénomène qui a peu fixé l'attention, quoiqu'il ne soit pas rare, et que l'on pourrait, il nous semble, mettre à profit pour obtenir le résultat dont nous parlons. Il arrive fréquemment de voir des verres à boire casser spontanément sur la cheminée, avec une grande netteté et une explosion argentine de fêlure, quoiqu'aucun mouvement de l'air et aucun choc n'aient donné lieu à cet accident. On reproduit ce phénomène, si l'on enduit de persil, ou de divers extraits, et même de certains sels, une portion des parois du vase, l'autre restant pure et nette, et que l'on expose le vase à une brusque évaporation, soit en le posant sur une fenêtre, soit en le transportant d'un endroit frais dans un endroit chaud, et *vice versa*; on ne tarde pas à entendre le même bruit, et à remarquer le même genre de cassure sur les parois du verre. Ce phénomène, dans tous ces cas, est dû aux effets de l'évaporation, qui place brusquement les deux portions du vase dans deux températures différentes. Or, il nous semble qu'en se livrant à quelques essais, on arriverait à trouver des règles constantes d'application de ce phénomène au but que nous venons de signaler.

375. On souffle les tubes de verre, pour les enfler en boules sphériques ou cylindriques sur une portion quelconque de leur longueur, ou pour les terminer par une boule destinée à servir de matras à l'ébullition, ou de réservoir à un liquide.

Pour souffler une boule à l'extrémité d'un tube, on commence par le sceller, c'est-à-dire par le fermer à la flamme de la lampe, et l'on amasse à ce point autant de matière qu'on pense en avoir besoin pour opérer l'expansion de la boule. Lorsque le bout est complètement scellé et arrondi en bouton, on élève la température au rouge blanc, en continuant de tourner vivement le tube entre les doigts; on le retire de la flamme, en continuant encore à le retourner vivement dans une position horizontale. On souffle au plus vite avec la bouche par l'extrémité ouverte du tube, jusqu'à ce que la boule ait acquis le volume cherché, sauf à recommencer, si à la première fois on n'y est pas parvenu. Pour souffler les boules des tubes thermométriques, on adapte à l'extrémité ou-



verte, une bouteille de caoutchouc qu'on presse de la main droite, en tenant le tube de la gauche. On produit aussi des ampoules, par la seule dilatation de l'air atmosphérique, qu'on a eu la précaution d'emprisonner hermétiquement dans la capacité d'un tube; il suffit pour cela de tourner dans la flamme l'extrémité qu'on désire enfler en boule.

376. Si la boule doit être produite sur une portion quelconque de la longueur d'un tube, et non à l'une ou l'autre de ses extrémités, on prend un tube parfaitement calibré, à parois de 1 à 2 millimètres environ; on en ramollit deux zones aussi rapprochées que l'exige le diamètre de la boule qu'on veut effectuer, et à l'instant favorable du ramollissement, on l'étire de part et d'autre en deux pointes, en observant que les deux pointes se trouvent sur l'axe du cylindre; on a alors un *cylindre en deux pointes*. On coupe les pointes avec un silex, à quelques pouces de leur base, et l'on en *scelle* une (375); on soumet le cylindre au ramollissement qu'exige la confection des boules, et on le gonfle en tournant avec beaucoup de vitesse. Cela s'appelle *souffler une boule entre deux pointes*.

377. Lorsqu'au lieu d'un réservoir sphérique (pl. 3, fig. 9.  $\delta$ ) on a besoin d'un réservoir cylindrique, comme dans les pipettes du commerce, on reprend la boule soufflée entre deux pointes, on la soumet à un nouveau ramollissement; et en l'étirant, on l'allonge en olive.

378. *Évaser*, c'est agrandir l'ouverture d'un tube en entonnoir ou en cloche; on en soumet l'extrémité à la flamme jusqu'à un ramollissement convenable, et avec une alêne en fer, introduite dans l'ouverture ramollie, de toute la longueur qu'on désire donner à la cloche, on presse obliquement les parois en tournant le tube; on a alors un entonnoir conique. Les entonnoirs à mercure (pl. 3, fig. 24) se font au moyen d'une *boule à deux pointes* (376), dont on retranche une; on ramollit la boule, et on souffle pour l'évaser; si les bords n'en étaient pas réguliers, on les rafraîchirait au *ciseau* (372).

379. Pour *percer* une paroi de tube ou de boule, on *scelle* (376) l'une de ses extrémités, on dirige la pointe du jet enflammé sur la portion de surface qu'on a besoin de perforer, et lorsqu'on la voit arrivée au *rouge blanc*, on retire promptement la paroi de la flamme, et l'on souffle fortement dans le tube; la force du souffle suffit pour faire crever

la pâte en cet endroit; si l'ouverture n'est guilière, on la soumet de nouveau à la flamme pour la *border* (371).

380. On *soude* les tubes de verre entre rapprochant leurs extrémités respectives, mettant à la fois à la flamme, les refoulant contre l'autre au moment de la fusion, et en nuant de les présenter à la flamme, jusqu'à ce que les bords des deux ne fassent plus qu'une commune; mais cela suppose deux tubes de même nature, et de même calibre. On ne soude bien le verre et le cristal. Si les tubes ne sont pas de même calibre, on cherche à donner le même diamètre aux deux extrémités, soit en les *effilant* (369) celle du plus grand diamètre, soit en *effilant* (369) celle du plus petit, coupant la partie effilée juste à la zone qui a le même calibre que l'extrémité du tube plus épais. Pour souder un tube sur la paroi latérale d'un autre tube, ou d'une boule, on a recouru aux mêmes précautions analogues.

381. A l'aide de ces deux ou trois appareils, on peut fabriquer un grand nombre de pièces n'est pas de vases et d'instruments en verre, que l'on ne puisse confectionner, de toutes les dimensions qui n'exigent pas un feu de *pipettes*, *chalumeaux en verre*, *tubes à la lampe* ou *éprouvettes*, *tubes rectifiés*, *tubes de sûreté* (220), *entonnoirs*, *petites cornues*, *serpentins en verre* (194), surtout enfin les instruments que nous allons avoir à nous occuper à l'occasion des manipulations microscopiques.

## CHAPITRE II.

### APPAREILS POUR LES MANIPULATIONS MICROSCOPES.

382. Nous avons décrit, dans le chapitre précédent, les instruments et ustensiles qui servent à tous les genres de manipulations, que nous abordons avec l'unique secours de la vision ordinaire. Là se sont arrêtées les limites de la science, jusqu'à ce que l'art, fécondé par les applications d'une découverte due au hasard, vint augmenter la portée de notre vue, et nous rendre accessibles à notre œil les images des objets que leur petitesse laissait inapercevables. L'invention des verres grossissants a ouvert un nouveau



sur, et a enrichi nos classifications de milliers de petits êtres; elle va nous faire en de diminuer d'autant l'espace du laboratoire et d'obtenir en quelques minutes, et sur un millimètre environ, des résultats, qui autrefois auraient demandé de longues journées, la dépense de substances et d'appareils, et ont souvent bien moins de certitude et de

comme le sujet est neuf, et que l'introduction du microscope dans la *chimie organique* n'a jamais été adoptée que depuis la publication de notre dernier ouvrage, nous entrerons dans plus grands détails, pour en faire connaître la *théorie*, le *mécanisme*, et l'*emploi*.

### I. *Théorie du microscope.*

Avant de traiter le sujet qui nous occupe sous un but pratique, on ne doit pas craindre de nous laisser à être aussi complet que dans la physique. Nous nous abstenons en conséquence de donner des formules compliquées, afin de ne pas dans le cas d'effrayer la patience de nos lecteurs, et nous nous appliquerons à la démonstration à la portée de tout le monde; nous n'emprunterons, au *Traité de la lumière*, que ce qu'il nous en faut, pour éclaircir le sujet spécial.

L'expérience démontre que, lorsqu'un rayon lumineux tombe sur une surface plane polie, comme d'un miroir, par exemple, la portion de lumière, qui parvient à notre vue, fait, avec la surface du miroir, le même angle que le rayon émané directement du corps lumineux, et les deux rayons sont dans le même plan normal à la surface (fig. 1, pl. 4) cette surface polie, *c* un corps lumineux quelconque; le rayon émané de ce point, et passant par un point quelconque (*r*) de la surface, se nommera le *rayon direct*; le rayon émané de *c* en *r*, se nommera le *rayon direct*; le point *r* de la surface réfléchissante AB sera le *point d'incidence*; si, à l'aide d'un cercle gradué, on mesure les angles compris entre les lignes *cr* et *Ar*, et les lignes *ro* et *rB* de l'autre, on trouvera que les deux angles *crA* et *orB* sont pareils; il en serait évidemment de même des angles *crn* et les angles *nro*. L'angle *ron direct* forme un des côtés, se nomme

*angle d'incidence*, et celui dont le *rayon réfléchi* forme un des côtés, se nomme *angle de réflexion*; on dit alors que l'*angle d'incidence* est toujours égal à l'*angle de réflexion*, et qu'ils se trouvent tous les deux dans le même plan.

386. Mais l'image émanée du foyer lumineux *c* ne nous apparaît pas à la place occupée par le corps. Nous la voyons dans le prolongement du *rayon réfléchi*, comme si le foyer lumineux *c* se trouvait placé en *c'*, de manière que les angles *Arc* et *Arc'* soient égaux entre eux, et que *c* et *c'* soient à une égale distance du point d'incidence *r*. C'est par une illusion inhérente à la structure de notre vue, que, quelque brisé qu'ait été le rayon lumineux, nous ne voyons l'image qu'il nous apporte, que dans le prolongement du rayon réfléchi, qui arrive immédiatement à notre œil.

387. Les surfaces réfléchissantes absorbant une certaine portion de la lumière incidente, l'image réfléchie ne saurait jamais être aussi nette pour nous, que l'image qui nous arriverait directement du corps lui-même. Cependant l'habitude de voir, et surtout la comparaison des corps environnants, fait que nous rapportons la place du corps observé, à une distance égale à la somme des rayons directs et réfléchis, en sorte que la ligne *co* est égale à *cr + ro*.

388. Mais l'image réfléchie ne se trouvera pas, par rapport à nous, dans la même position, que l'image qui nous arriverait directement du corps; elles seront au contraire opposées l'une à l'autre base à base. Car le rayon émané de la base *b* arrivant à l'œil *o'*, en vertu de la même loi que le rayon du sommet *c*, par suite de l'égalité de l'angle d'*incidence* et de l'angle de *réflexion*, et l'œil ne voyant les images que dans le prolongement du rayon réfléchi (*ro'*), il s'ensuivra que l'image de la base *b* nous apparaîtra en *b'*; et que l'image sera *renversée*.

389. Quant à la portion de lumière qu'absorbe le corps réfléchissant, elle n'est pas perdue tout à fait pour la vision, si le corps jouit d'une certaine transparence; on la retrouve en plaçant son œil derrière ce corps; et, dans certains cas, l'on peut voir l'objet, comme si rien ne s'interposait entre lui et notre vue. Mais l'expérience démontre qu'à travers ce corps transparent, qu'à travers cette glace, la marche du rayon lumineux ne suit plus la loi de la réflexion.

390. Soit, par exemple, une glace non étamée semblable, à surfaces parallèles (*gl*, fig. 2, pl. 4); si je l'interpose entre l'objet éclairé (*c*) et mon œil (*o*), de manière que l'œil et l'objet se trouvent

aux extrémités d'une ligne qui traverserait la glace perpendiculairement à ses deux surfaces. je vois l'objet à sa véritable place, et comme si je n'avais pas le verre devant les yeux. Si, au contraire, j'abaisse mon œil de manière que les rayons émanés de l'objet tombent, pour arriver jusqu'à moi, obliquement sur la surface de la glace, je verrai alors ce corps hors de sa place réelle; et au lieu de me placer en  $o'$ , où je le verrais sans l'interposition de la glace, je serai obligé d'élever mon œil en  $o''$  pour l'apercevoir. Or, comme nous ne voyons les objets que dans le prolongement du rayon qui arrive immédiatement à notre vue, il s'ensuit que l'image du corps  $c$  m'apparaîtra alors en  $c'$ .

391. On a donné le nom de *réfraction* à la loi qui produit le phénomène par lequel un rayon lumineux, en changeant de milieu, se brise, se *réfracte*, suivant différents angles; la formule de la *réfraction* est tout aussi rigoureuse que celle de la *réflexion*, et c'est elle qui sert de base à la théorie du microscope.

392. Le rayon lumineux (\*). en passant d'un milieu dans un autre de densité différente (305). *se réfracte*, s'il tombe obliquement sur la surface de séparation. De même qu'une boule lancée dans l'espace dévie de la direction qu'elle suivait dans l'air, dès qu'elle pénètre dans l'eau, de même le rayon lumineux change de direction, en passant, par exemple, de l'air dans l'eau, de l'eau dans l'air, de l'eau dans le verre; et si ces divers milieux sont diaphanes, on peut aisément prendre les rapports de la déviation. C'est par suite de cette loi que le bâton, en entrant dans l'eau, semble se couder à la surface; et que le fond d'un vase, que nous cachent les parois, lorsqu'il est vide, devient visible, lorsqu'on remplit sa capacité d'un liquide transparent.

Mais le rayon lumineux ne subit pas la moindre réfraction, lorsque sa direction, en changeant de milieu, se confond avec la perpendiculaire abaissée sur la surface de séparation. Il continue sa route en ligne droite, presque comme s'il n'avait rencontré aucun obstacle sur son passage (fig. 2, pl. 4, 590).

(\*) Les savants sont partagés sur la théorie de la lumière, c'est-à-dire sur la manière dont on peut se représenter le mouvement des rayons lumineux. Les uns admettent que la molécule lumineuse émane du corps lumineux, et arrive à notre œil d'un foyer de lumière; les autres, au contraire, que la lumière est une impression produite par les vibrations du corps lumineux, et par les ondulations de l'éther impondérable qui en sont la conséquence. On désigne le premier système sous le nom de *théorie de l'émission*, et le second sous celui de *théorie des*

393. Le plan, par lequel passent le *rayon incident* et le *rayon réfracté*, est toujours normal à la surface qui sépare les deux milieux, et que traverse le rayon lumineux, et le rayon réfracté jamais ni à gauche ni à droite de l'incident.

394. Le *sinus* (\*\*) de l'angle que fait l'incident avec la normale idéale au point d'incidence, est toujours, à l'égard des mêmes milieux, dans un rapport constant avec le *sinus* de l'angle opposé, c'est-à-dire de l'angle que fait le rayon réfracté avec la même normale prolongée dans le milieu. Soit en effet une capsule en verre ou en sphère (pl. 4, fig. 3), et remplie, jusqu'au bord, d'un liquide quelconque. Si on dispose verticalement, et dans le sens du grand diamètre, un cercle gradué (C), et que, par un point de la circonférence, on fasse tomber obliquement sur la surface NN, un rayon lumineux ( $ra$ ), on aura l'angle d'incidence formé par le rayon  $ra$  avec la normale  $rs$ . Le sinus  $rs$  de cet angle est dans un rapport constant avec le sinus  $r's'$  de l'angle de réfraction que forme le rayon réfracté  $ar'$  avec la normale  $r's'$ . Par exemple, si le rayon incident entre dans l'eau, et que le sinus de l'angle d'incidence soit 4, le sinus de réfraction sera près 3; si le premier est 8, le second sera près 6; si le premier est 9, le second sera 6,75, et ainsi de suite.

395. En passant d'un milieu quelconque dans un milieu en général plus dense, le rayon lumineux se rapproche de la normale, à la surface de séparation qui passe par le point d'incidence. Au contraire de ce milieu, et en vertu de la même loi, le rayon lumineux s'éloigne de la normale, si le milieu est moins dense. Or, comme les *sinus* de l'angle d'incidence et de l'angle de réfraction sont dans des rapports constants, il s'ensuit que si les surfaces des deux milieux réfringents sont parallèles, telles que les faces d'une glace non étamée, le rayon émané d'un point  $o$  (fig. 2) se trouvera parallèle au rayon incident ( $ca$ ).

*ondulations*. C'est cette dernière que les physiciens français ont définitivement adoptée. Mais nous nous sommes dispensés de la phraséologie de la première théorie, parce qu'elle est mieux aux démonstrations graphiques, renvoyant la discussion des deux à la fin de cet ouvrage.

(\*\*) Le *sinus* est la droite qui part de l'extrémité d'un des côtés de l'angle, pour tomber perpendiculairement sur l'autre côté.

rapport, que l'on nomme *indice de réfraction* varie selon la nature des milieux, et sert à distinguer les différences de *pouvoir réfringent* : les milieux les plus réfringents étant ceux où le rayon se dévie le plus de la normale (394). C'est à l'expérience à déterminer le *pouvoir réfringent* de chaque corps diaphane ; cette voie que Newton a reconnue que le verre est plus réfringent que l'air, l'eau que le verre, le cristal de roche plus que le verre, l'eau de mer que le cristal, la gomme arabique plus que l'eau, l'huile d'olive plus que la gomme arabique, l'huile de térébenthine plus que l'huile d'olive, l'huile d'olive plus que l'huile de térébenthine ; le soufre qui est liquide a été plus tard reconnu plus réfringent que le diamant.

Les lois principales de la réfraction étant connues, passons au parti qu'on peut en tirer pour augmenter la puissance de la vision.

Si l'on interpose, entre l'objet et notre œil, un corps transparent à surfaces parallèles (390), et si l'on oppose un prisme à section triangulaire (fig. 4 *bcd*) ; le rayon émané du sommet *f* de l'objet et arrivant perpendiculairement sur la face *bc* du prisme traversera la substance du prisme sans déviation ; mais en entrant dans l'air, au sortir de *bc*, il s'éloignera de la normale *n* (395), et ira dans cette direction à l'œil de l'observateur ; le rayon *t* n'éprouvera aucune déviation tant dans la substance du prisme en *a*, qu'en sortant du prisme en *c*, parce que là il se trouve avec la normale même, et il arrivera en ligne à l'œil de l'observateur, à quelque distance que celui-ci se place. Le rayon *f'*, émané de l'objet, suivra, en entrant dans la substance du prisme et en passant dans l'air, la même déviation, mais en sens inverse, que le rayon émané du sommet, trouvant partout sur sa route les mêmes conditions que celui-ci. Il ira donc converger et se réunir à lui, à une distance quelconque déterminée par la puissance réfractive ; et si l'œil se place à ce point de convergence, il recevra l'image réfractée de l'objet. Mais comme nous ne voyons que dans la direction du rayon qui arrive immédiatement à notre vue (386), il s'ensuit que nous apercevons le sommet *f* de l'objet en *i*, et sa base *f'* en *j* ; c'est-à-dire que nous verrons l'objet sous un

angle plus grand qu'à la vue simple ; nous dirons alors que le prisme a *grossi* l'image de l'objet. Le point *o*, où l'image devient distincte, c'est-à-dire où convergent les rayons émanés de l'objet *ff'*, se nomme le *foyer* du corps réfringent.

398. Il serait facile de démontrer, ce qu'apprend du reste encore mieux l'expérience directe, qu'un tel prisme ne saurait transmettre à l'œil une image complète du corps observé. On obtiendra déjà de meilleurs effets, en remplaçant les surfaces planes *bc* et *cd* par une surface courbe, fig. 5, *bcd* ; mais cette forme, en segment de cylindre, ne grossira, d'une manière assez nette, que l'image de l'une des dimensions de l'objet, de la dimension qui se trouvera dans le plan parallèle à la base du cylindre, et par conséquent il altérera les formes de l'objet observé. Si l'on veut faire converger au même point les rayons émanés de toute la surface de l'objet, il sera nécessaire de remplacer la forme cylindrique par un segment de sphère, dont la fig. 5 *bcd* donne le profil. Or, comme les surfaces courbes sont assimilables aux surfaces d'un polyèdre à un nombre infini de faces, pour avoir la normale *nn'* au point d'émergence du rayon qui aura traversé ce corps réfringent, il suffit de prendre la tangente *t* au rayon qui aboutit au point d'émergence, et j'aurais, de cette manière, pour évaluer l'angle de réfraction, les mêmes données que lorsqu'il ne s'agissait de le mesurer que sur des prismes à surfaces planes (397).

399. Si, au lieu d'un prisme à trois faces (fig. 4, pl. 4) on en accolait deux par leur base *bad*, de manière à obtenir le prisme à quatre pans symétriques (fig. 6), on trouverait que le rayon *f*, émané du sommet de l'objet, a deux réfractions à subir (392) : la première en tombant obliquement sur la surface *ba* du prisme, et la seconde en sortant obliquement de la surface *bc* du prisme ; qu'il en est de même, quoiqu'en sens inverse ; pour le rayon *f'* émané de la base de l'objet, qu'ainsi le rayon réfracté s'est écarté deux fois de la direction en ligne droite *ff'* et *f'f'* qu'il aurait parcourue, sans l'interposition du prisme entre l'objet et l'œil de l'observateur ; qu'en conséquence il converge vers l'œil, sous un angle beaucoup plus ouvert que dans le cas d'un seul prisme (397, fig. 4). Le prisme (fig. 6) grossira donc plus que la moitié du même prisme (fig. 4).

Si l'on veut mesurer le pouvoir réfringent d'un liquide ou d'un gaz, on construit des prismes à trois faces et on les remplit par les bords trois lames d'égale épaisseur de verre, et fermant les bases par deux autres lames

de verre. On remplit la capacité de ce vase du liquide ou du gaz donné, et on observe la réfraction du rayon lumineux comme à travers un prisme solide.

Il en sera donc de même du corps réfringent, dont la fig. 7 donne la section normale au diamètre, par rapport à celui dont la fig. 5 donne la même section, et qui n'est que la moitié du premier.

400. D'un autre côté, on trouvera que le foyer (*o*), c'est-à-dire le point où convergent les rayons réfractés par ces sortes de corps, est plus éloigné de la surface chez le prisme à trois pans (fig. 4), que chez le prisme à quatre pans (fig. 6), et que partant la *distance focale* de ces corps sera d'autant plus courte que le grossissement sera plus fort.

Il est évident que chez le prisme (fig. 6) et la lentille (fig. 5), la *distance focale* sera la même, que l'on présente les objets par une face ou par l'autre.

401. On comprendra facilement, si l'on s'applique à en faire le tracé sur le papier, que deux circonstances différentes sont dans le cas de rendre la *distance focale* des lentilles plus courte, et par conséquent le grossissement plus fort : ces deux circonstances sont la différence de courbure des surfaces, lorsque la substance a le même pouvoir réfringent, et la différence du pouvoir réfringent à égalité de courbure des surfaces. Ainsi une lentille de verre grossira d'autant plus, et exigera que l'objet et l'œil soient placés d'autant plus près de ses deux surfaces, qu'elles seront des segments d'une sphère d'un plus petit diamètre ; et d'un autre côté, une lentille de diamant grossira beaucoup plus qu'une lentille de verre de même courbure qu'elle. La courbure fait que les rayons parallèles qui émanent de l'objet tombent plus obliquement sur la *tangente* au point d'incidence ; et la supériorité du pouvoir réfringent, en rapprochant davantage le rayon réfracté de la normale, fait qu'il converge vers un point plus rapproché.

402. Les lentilles dont on se sert, pour réfracter les rayons lumineux, se désignent par les dénominations de leurs deux surfaces : on appelle *lentilles plano-convexes*, les lentilles composées d'une surface plane et d'une surface convexe (pl. 4, fig. 5, *bcd*) ; *lentilles biconvexes*, les lentilles dont les deux surfaces opposées sont convexes (fig. 7, *abcd*) ; *lentilles plano-concaves*, celles dont une surface est plane et l'autre concave (fig. 8) ; *lentilles biconcaves*, celles dont les deux surfaces opposées sont concaves (fig. 9) ; enfin *lentilles concavo-convexes* ou *ménisques*, celles dont une surface est concave et l'autre convexe (fig. 10). Les lentilles *biconvexes* et *plano-convexes* se désignent sous le nom de *verres convergents* ; on désigne, sous le nom de verres

*divergents*, les lentilles *biconcaves*. Les premières grossissent les secondes les rapetissent ; ce dont on se sert facilement, en répétant, à l'égard des autres, les constructions géométriques que nous avons appliquées aux prismes (pl. 4). Les *ménisques* sont convergents, selon que le rayon de courbure convexe est moindre ou plus grand que celui de la face concave.

En général, dans la construction des télescopes, on ne fait usage que de *verres convexes* ou *plano-convexes*.

403. La *distance focale* d'une lentille se déduit du calcul, ou s'obtient par mesure directe. Le calcul apprend à trouver la *distance focale* d'une lentille biconvexe de verre ; mais si l'on considère, dans la pratique, comme produit des deux rayons divisé par la somme des carrés des rayons, et par le rapport de réfraction diminué de l'unité. Mais lorsque les lentilles ont de très grandes dimensions, il serait difficile d'en déterminer avec précision la courbure ; on a recours alors à la mesure directe, qui consiste à recueillir sur un écran l'image réfractée par la lentille, et à mesurer la distance qui existe entre la surface du verre convergent ; ou l'effet de la lumière du soleil, ou des nuages. Le point où l'image de la lumière est la plus nette et la plus distincte est celui du foyer principal. Ce mode de mesure donne des résultats d'une suffisante précision.

404. Mais les lentilles, espèces de surfaces courbes (398), participent, dans la réfraction des rayons lumineux, des imperfections des prismes à surfaces planes ; et malheureusement qu'il est possible d'appréhender par la fabrication, elles ne sauraient transmettre une image complètement purement conforme à l'objet. D'un côté, la lumière se décompose en passant à travers les lentilles, de même qu'à travers un prisme à pans, et l'image arrive à l'œil altérée par des franges colorées que l'on désigne sous le nom d'*irisations*. Les couleurs, en effet, sont réfrangibles les unes que les autres, et de la normale au point d'émergence, les unes que les autres ; et, par conséquent, d'une lentille convergente, elles produisent des foyers plus ou moins distants. On ne voit donc que la couleur de l'image au foyer principal, mais la perte de lumière, à quelque distance que l'œil se place. On a donné le nom d'*aberration*

été à cette diffusion des rayons. D'un quelque homogène que soit la pâte duquel on a fait une courbure régulière, il n'est pas moins certain que les rayons réfractés par une lentille, ne convergent tous vers le même foyer; que ceux qui sont par exemple, dans le voisinage de ses bords, ont un foyer plus long que ceux qui émergent du voisinage de l'axe; l'image à chaque point est incomplète; on a donné à ce genre d'aberration le nom d'*aberration de sphéricité*. On a en quelque sorte celle-ci, par l'usage des lentilles placées sur la surface même du miroir. L'ouverture ne donnait passage qu'à ceux qui tombaient très-près de l'axe de la lunette, jusqu'à ces derniers temps, on n'a pu être de corriger l'autre *aberration*, la construction des microscopes; les artistes ont toujours reculé devant l'idée d'employer des lentilles d'aussi petites dimensions que les lentilles objectives de cet instrument. Ce n'est qu'au premier le mérite de vaincre la difficulté d'appliquer l'*achromatisme* au mi-

croscopie, c'est-à-dire le résultat par lequel on obtient l'image de toute coloration qui est fondée sur le principe de la *diffraction* des diverses substances diaphanes, sorte qu'en associant deux prismes de verre différent, l'un des deux fasse converger le rayon que l'autre disperse, et recompose ainsi le rayon blanc que l'autre a décomposé. On dit que l'*achromatisme* corrige de la sorte l'*aberration de sphéricité*, en même temps qu'il corrige l'*aberration de réfrangibilité*, s'il était possible, dans l'exécution, la précision du calcul. Dollond découvrit que l'association d'un *crown-glass* (verre de glace de première qualité, une teinte légèrement verdâtre) et du *flint-glass* (verre dans la pâte duquel l'oxyde de fer est en certaines proportions), ramenait au même foyer l'axe de la lentille, les foyers divers des extrêmes du spectre, et donnait des images incolores qu'il est possible de le faire appliquer à cet effet sans intervalle, en associant une lentille biconvexe (pl. 4, fig. 7) de *crown-glass* avec une lentille biconcave (fig. 9) de *flint-glass*. Ce système de deux lentilles se nomme *achromatique*.

Ces deux substances que l'on fabrique pour faire les lentilles objectives du microscope, de manière que la forme de la lentille soit *plano-convexe*. Le *crown-glass*

étant taillé en lentille *plano-concave*, on applique contre sa surface concave une lentille biconvexe de *flint glass*, et l'on tourne le *crown* du côté de l'objet à observer, ce qui fait que les rayons, tombant perpendiculairement sur la première surface de la lentille achromatique, la traversent sans éprouver d'aberration de sphéricité. Depuis la première application de Selligie, on est parvenu à travailler des lentilles achromatiques de trois millimètres de diamètre; et comme l'achromatisme permet d'en associer impunément plusieurs ensemble, il s'ensuit qu'en rapprochant trois de ces lentilles d'un espace bien moindre que leur distance focale, on peut augmenter le grossissement de l'image, et vaincre, par cette combinaison des verres, l'obstacle que l'art rencontre encore à travailler de pareilles lentilles sur une courbure plus forte; ce qui retarde l'application de l'achromatisme aux forts grossissements du microscope simple.

## § II. Mécanisme du microscope.

406. Le microscope est un instrument d'observation, destiné à nous faire apercevoir des objets que leur petitesse seule rend inapercevables à la vue simple, et cela, en brisant les rayons qui en émanent, de manière à agrandir l'angle sous lequel ils convergent vers notre œil.

407. On obtient ce résultat, soit au moyen de la *réflexion* (385), soit au moyen de la *réfraction* (591). Dans le premier cas le microscope est *catoptrique*; c'est un assemblage de miroirs concaves ou convexes, et d'un système d'oculaires. Dans le second cas, le microscope est *dioptrique*, et il n'entre dans sa construction que des lentilles réfringentes. Nous ne nous occuperons que de ce dernier genre; l'usage des *microscopes catoptriques* ayant été généralement abandonné, soit à cause de la difficulté de donner aux miroirs toute la perfection convenable, et de les conserver longtemps en bon état et en position, soit surtout à cause que la combinaison des effets de la réflexion et de ceux de la réfraction n'est propre qu'à altérer la netteté des images, alors même que l'art aurait aplani toutes les difficultés de l'exécution.

408. Tout microscope se compose de deux systèmes de pièces, d'un système de lentilles réfringentes, et d'un système de monture; c'est de l'heureuse combinaison de ces deux systèmes, toutes choses égales d'ailleurs, que dépend la supériorité de l'instrument.



409. LENTILLES. Déposez une goutte d'eau sur une lame de verre horizontale, et vous aurez une lentille *plano-convexe*, qui vous donnera l'image grossie des petits objets, avec la plus grande netteté, tant que l'évaporation n'en aura pas altéré la courbure. Il suffira de placer l'objet au foyer (403), sous la lame de verre, et de l'éclairer de bas en haut par la réflexion d'une autre lame polie (\*). Si vous trouvez le moyen de fixer votre lame horizontale, et d'approcher à volonté le corps observé, vous aurez improvisé un microscope, avec les pièces principales qui entrent dans la structure de tous ces instruments; or la matière à lentilles ne vous fera pas défaut, si vous faites vos observations sur le bord d'une eau limpide; le hasard variera à l'infini la puissance de vos grossissements.

410. Il est vrai que la courbure de ces sortes de lentilles liquides variera d'autant plus vite, que les circonstances atmosphériques accéléreront davantage l'évaporation. On obtiendra des effets plus durables, en remplaçant la goutte d'eau, par une larme limpide de la gomme qui suinte sirupeuse de l'écorce des arbres à *noyau*, ou mieux par la résine qu'une entaille fait couler de l'écorce des arbres résineux. Si l'on a soin d'enduire d'une légère couche grasse la lame de verre, sur laquelle on dépose la goutte de gomme, et d'une légère couche d'eau la lame de verre sur laquelle on va déposer la goutte résineuse, elles n'en prendront, en durcissant, l'une et l'autre, qu'une courbure plus régulière, en vertu des lois de la capillarité. On parviendra par ce moyen à se procurer des lentilles *plano-convexes* (402), qu'avec un peu de précaution on pourra conserver tout aussi longtemps que les lentilles de verre.

411. Il n'est pas rare de rencontrer, sur la surface ou dans l'épaisseur des lames de verre, certains renflements qui affectent une assez grande régularité pour tenir lieu de lentilles; si bien qu'on a vu les rideaux de mousseline, qui se trouvaient au foyer de la réfraction de ces petits défauts, prendre feu à la lumière du soleil. Ces défauts du verre peuvent fournir, comme on le voit, d'excellentes lentilles.

412. Mais il serait peu rationnel de se mettre à la recherche de ces lentilles, quand on peut se procurer, dans le commerce, des lentilles de verre d'une si grande perfection et à si peu de

frais; celles d'un petit diamètre et du grossissement ne dépassant pas le premier francs.

413. Les lentilles de verre se fabriquent de deux manières : on les *souffle* ou on les *travaille*. Pour obtenir des lentilles soufflées, et ce sont les plus petites, on place du bon verre en poudre dans une petite spirale de platine (fig. 16 *pl*), ou sur un trou régulier pratiqué dans l'épaisseur d'une lame de même métal; on chauffe au chalumeau, et on la laisse refroidir lentement; par le refroidissement, la masse s'arrange en un globule qui approche plus ou moins de la sphère complète, et qui dès lors donne des grossissements énormes, ou bien dont les deux faces, d'une même courbure, sont rapprochées comme deux segments de la même sphère. Il est rare que dix à douze fabriquées de la sorte, on n'en trouve pas une bonne; et pour le chalumeau, dans la même constance, on n'a besoin que d'une seule et d'une pipette en verre (pl. 3, fig. 9).

414. On travaille les lentilles, en usant les deux faces du verre. On fait choix, dans ce verre, d'un morceau de glace ou de verre coulé, qui dans sa substance ni *points*, ni *larmes*, et dont on s'assurera, soit en regardant au travers d'une vive lumière, soit en recevant, sur la face concave, les rayons réfractés par ce morceau de glace. On la divise en morceaux du diamètre que l'on corrode au tour, sur les bords, dans un bassin en fer. On fabrique ensuite les bassins dans lesquels on doit user et courber les surfaces; les creuses dans l'épaisseur d'un morceau de bois ou mieux, du métal des cloches, avec un tourne-à-cuivre ou un acier de la sphère dont la lentille doit représenter un segment; ou bien on les produit, en enfonçant d'un coup de marteau, sur une plaque d'acier assez épaisse, l'extrémité sphérique d'un tige d'acier, que l'on tournera encore au tour pour rendre la concavité régulière. C'est sur la face que le morceau de glace sur une molette tourne au tour dans le bassin, d'abord avec un tourne-à-cuivre, ensuite avec du gros émeri mouillé, puis avec du fin, et enfin de plus en plus fin; lorsque la surface est convenablement usée, on corrode l'autre surface de la lentille par les mêmes procédés et sur le même tour; et enfin quand on est sûr d'avoir obtenu

(\*) Ce n'est pas d'aujourd'hui que ce phénomène de réfraction a fixé l'attention des hommes : *Litteræ*, dit Sénèque, *quamvis minutæ et obscuræ, per vitream pilam, aquæ majores clariorisque cernuntur*. De cette observation à l'invention des verres grossissants, il semble qu'il n'y ait que la distance d'une

phrase; et cependant la distance du principe à son application a été de douze cents ans. Telle est l'histoire de nos lunettes qui nous frappent par leur simplicité. C'est étonnant de voir qu'on les ait cherchées si loin et pendant tant de temps, quand on les trouve si près de nous.



et très-régulièrement, on les polit, e bassin d'une feuille de papier que a tour, et qu'on recouvre d'un ex- de Venise. Ces lentilles sont bicon- es lentilles plano-concaves, on use e face, et avec un bassin convexe les mêmes procédés que ci-dessus. occuperons pas ici de ce qui rentre le et le tour de main de l'ouvrier; ce e les mots ne sauraient jamais rendre, i doit être son propre professeur. os ouvriers est portée si loin au- ils peuvent trouver leur bénéfice à commerce, au prix de 2 francs, des ites qui n'ont pourtant que deux mil- iamètre, et qui grossissent souvent is les dimensions. Mais on conçoit imites, il serait impossible d'achro- mtille. Du reste, dans les microsc- e défaut d'achromatisme n'a nulle- importance que dans les microsc-

présent le beau verre blanc a eu le uif de fournir à la vision la sub- tiles réfringentes. Ce privilège est ue moléculaire que la fusion com- te substance, plutôt qu'à la supé- ndice de réfraction. Si l'on trouvait a nature, des substances d'un pou- supérieur, et qui fussent suscep- tibles à l'œil, des images aussi net- le verre, il est évident que, quel ix, les observateurs trouveraient un age dans leur emploi; car une sim- ce genre serait dans le cas d'attein- r grossissant de nos microscopes et, depuis certain nombre d'années, ont-ils mis à la recherche de ces eptibles d'être travaillées en len- tes. En 1827, Pritchard, sur l'invit- e Goring, construisit le premier res précieuses, dont les phys- ièrent les avantages, la dernière e par l'artiste leur paraissant es effets supérieurs aux précéd- de notre académie, qui, à cette ons le droit de dire toute la vé- moins que compétents en fait savants physiologistes regu- isme accoutumé, l'annonce- lication; mais ils se mon- és de consacrer quelque on à l'importation du pro-

cédé anglais; et Pritchard continua à être le seul constructeur des *lentilles précieuses*. Ceux qui, à cette époque, préconisaient la puissance de la beauté, en fait de construction de microscope, et qui mesuraient le mérite d'une observation microscopique sur ce qu'ils appelaient si solennellement la *richesse de l'instrument*, ceux-là, dis-je, n'eurent pas même la pensée de se procurer l'une de ces lentilles, dont la puissance et la richesse supérieures devaient pourrissant, d'après leurs principes, exercer une influence si utile sur le mérite justement contesté de leurs observations. Une lentille de diamant ne coûtait que 250 à 500 fr., une lentille de saphir que 50 à 150 fr., ce qui est une obole pour nos savants à 60,000 livres de rente. Aussi la difficulté n'était pas dans le prix élevé, mais plutôt dans une condition que le constructeur, pour ne point s'exposer à éprouver de rebut, imposait à l'acheteur; elle consistait à prendre la lentille dans le tas et au hasard, sauf à en acheter une autre aux mêmes conditions, dans le cas où le hasard aurait trahi son choix. Car, avec quelque adresse et quelque habileté que l'artiste s'appliquât à travailler la lentille, il n'en arrivait pas moins, disait-on, que toutes n'étaient pas de même qualité, en sortant du même moule. C'est là l'excuse dont se payèrent les premiers acheteurs, qui tous se trouvèrent avoir rencontré des chances défavorables; en sorte que l'enthousiasme se ralentit, et que la fabrication cessa complètement en Angleterre; en 1835, il ne restait à l'ingénieur-artiste anglais qu'une seule lentille, qu'il ne voulait pas céder, bien résolu qu'il était de ne plus en construire d'autres.

418. Mais voilà que dans un voyage en Angleterre, Arago, qui jusque-là avait fait profession d'incompétence au microscope, quoique pourtant il ne laissât jamais passer l'occasion de protéger de son autorité, dans les séances de l'Académie, les micrographes ses amis, Arago se prit d'un zèle tout nouveau pour la propagation des lentilles de diamant; et de retour dans le sein de l'Académie, le 27 février 1835, il obtint de ses collègues, à l'unanimité, qu'il serait alloué une somme de 1,200 fr. à l'un de nos plus habiles fabricants de lentilles, à Bouquet, pour l'établissement d'un tour sur le modèle de celui de Pritchard, et pour l'importation en France d'une branche de commerce dont les Anglais ne voulaient plus (\*). Avant ce vote, avait-on pris la peine de vérifier, par l'observation di-

(\*) Voyez le Bulletin scientifique et littéraire de la *Reforma* — n. 120, 246, 152, 153, 170, 171, 8 et, et surtout 247.

recte, le mérite des lentilles de diamant? Avait-on évalué les frais de construction d'un tour? Avait-on ouvert la plus petite enquête? On procéderait avec cette rigueur à l'Académie, s'il s'agissait d'encourager les efforts d'un fabricant qui n'aurait d'autre recommandation que celle de son talent; mais ces sortes de formalités sont inutiles, lorsqu'il s'agit d'un fabricant recommandé par un savant académicien.

417. Or, jugez de la puissance originelle des fonds Monthyon. Le 4 mars suivant, c'est-à-dire huit jours après, deux fabricants non protégés, Trécourt et Georges, déjà connus par la construction d'un microscope estimé, se présentent à la barre de l'assemblée avec trois lentilles, l'une en diamant, l'autre en saphir, et l'autre en rubis, qu'ils venaient d'achever, sur un tour dont la construction n'avait pas huit jours de date. Vous pourriez croire que le désappointement de l'Académie se traduisit en remerciements; non, ce fut avec peine que leur lettre obtint la faveur d'une lecture. Le microscope, sur lequel ces lentilles étaient montées, était placé sur la table du président; il paraît qu'il échappa à la vue des membres du bureau; car Biot déclara hautement que les microscopes n'étant pas joints à la lettre, l'Académie ne pouvait pas s'assurer de l'exactitude des faits annoncés. Il y a plus, il paraît que les membres de l'Académie qui, après la séance, voulurent s'assurer de l'exactitude des faits, avaient tellement l'habitude du microscope, qu'ils brisèrent du premier coup une des lentilles objectives, ce qui nuisait sans doute bien davantage à la vérification des faits. Nos lecteurs auront deviné que, bien qu'ils eussent résolu, comme par enchantement, le problème, Trécourt et Georges ne reçurent rien moins que les 1,200 fr. votés; cette somme était une faveur nominative. Mais, par les détails dans lesquels nous allons entrer, on verra que l'Académie devait plus qu'une faveur à ces deux artistes, qu'elle leur devait une réparation en dommages et intérêts; car c'est sur la foi en l'annonce de l'Académie que Trécourt et Georges avaient cru à la supériorité des lentilles de diamant; c'est sur l'espoir d'un prompt débit qu'ils s'étaient décidés à faire les frais d'un premier établissement (\*); l'autorité de l'Académie avait porté un grave préjudice à ces messieurs; les fonds Monthyon étaient là

pour réparer le préjudice. Mais il n'entre les attributions légales d'un corps constitué appelé à se condamner lui-même; dans un où il est partie, les plaignants ont tort.

418. La fabrication des lentilles de diamant sent plus de difficulté qu'on ne l'aurait pu s'imaginer. Il faut beaucoup de temps pour amener les faces à l'état d'une pureté analogue à celle que l'on trouve dans les lentilles de verre. Le tour est d'une rapidité telle, que la roue fait deux cents tours par seconde; le poli donné aux faces au moyen d'une poudre de diamant, exige un travail de vingt jours, en sorte que, pour ce seul travail, la roue a tourné quatorze millions de fois sur elle-même. Avant de la polir, on la taille en sphère, dans un bassin, mais au moyen d'un tour disposé comme un burin, et que l'ouvrier applique contre la lentille tournante. C'est la suite d'une aussi longue série d'opérations que Georges avait obtenu tout d'abord 1° une lentille de diamant de 9 dixièmes de millimètre d'épaisseur, de 73 centièmes de millimètre de diamètre, de 1 millimètre de foyer, et partant d'un grossissement linéaire de 220 fois à l'état de simple vision; 2° une lentille de saphir d'un grossissement linéaire de 255 fois; 3° une lentille analogue en verre bis d'un grossissement de 255 fois.

419. Nous avons eu l'occasion d'essayer ces lentilles qu'il travailla avec plus de soin encore la semaine suivante, et nous devons déclarer que, si ce n'est du fait de l'artiste, il est impossible de pousser plus loin le perfectionnement de la fabrication, et d'obtenir en moins de temps de si beaux résultats. Mais il existait un obstacle auquel toute l'habileté de ces ingénieurs devait échouer, et qui devait condamner ces riches produits au simple rôle de curiosité de cabinet, dont la difficulté vaincue fait tout le mérite. Nous voulons parler de la structure cristalline des pierres précieuses.

420. Sans doute le diamant, à courbure égale, grossit trois fois plus que le verre, en se voyant au microscope simple, avec la seule lentille de diamant d'une ligne de foyer, serait dans le même rapport grossir autant que nos meilleurs microscopes avec le verre; sur les pierres précieuses, la structure cristalline de la fusion sur la cristallisation (\*\*); il y a toutes choses égales d'ailleurs, des images i-

(\*) La dépense faite par ces messieurs s'élevait, en tout, à 300 francs.

(\*\*) Toutes les substances diaphanes qui s'organisent en globules, en se solidifiant, rivalisent, sous ce rapport, avec le

verre; les liquides seuls leur seraient préférables, leurs rayons étant déterminés par l'inégale distribution de la densité, qui produisent des stries mouvantes, qui font varier les altérations de l'image.

et rien, pas même l'énormité du grossissement, ne saurait compenser la netteté de l'image, ne saurait compenser la vérité. Or, sans ces doubles images que transmet le diamant, n'a pas eu soin de le tailler parallèlement à l'axe; sans parler des raies qui se renouvellent souvent comme tout autant de pailles de quelques échantillons, le burin de rencontre, dans la révolution de la lentille, arrête les rayonnements qui présentent à la surface une compacité plus grande et se laissent facilement entamer. Ces trois défauts en étoile altèrent un pouvoir réfringent différent de la substance de la lentille, et partant altèrent d'autant l'image des objets. Aussi, les lentilles en *diamant*, *saphir*, *rubis*, etc., que nous avons eu l'occasion d'examiner, avons-nous remarqué un certain effet trouble et laiteux qui trouble la vue, efface les détails des objets, et en rend les contours vagues, défaut qui augmente encore au microscope composé, et qui n'est certainement pas un défaut d'achromatisme. Ce défaut ne se serait pas évité, même dans le cas de faire une achromatisme à des lentilles d'un si petit diamètre et d'une si grande dureté, ainsi que l'avait imaginé *a priori* le secrétaire de l'Académie, dès le jour que nous donnâmes de la suite à ces observations (\*), on renonça complètement aux belles espérances qu'avait fait naître l'académique, et dont le zèle de Trépolles a été la première victime.

Pendant parmi ces lentilles de pierres précieuses, nous en distinguâmes deux espèces, les plus précieuses, les quelles offrent un genre d'utilité qui ne laisse pas avoir un certain prix; ce sont les lentilles en *tourmaline verte*. La couleur verte des unes et la couleur verte des autres ont la propriété non-seulement de compenser les défauts de cristallisation, mais même d'achromatiser, en ce sens que celle-ci apparaît sans irisations; et sous ce rapport les lentilles de tourmaline ont une grande supériorité sur les lentilles de grenat. En outre, en donnant l'image d'une teinte verte, la tourmaline rend les bords d'une manière plus nette, en donne les détails avec plus de vigueur, et rend les objets qui se noieraient dans une lumière trop vive, et disparaîtraient par trop de lumière, et disparaîtraient par trop de lumière, et disparaîtraient par trop de lumière.

*Revue scientifique et industrielle du Réformateur*, n° 247, 1875.

PART. — TOME I.

la tourmaline dispense donc de l'usage du diaphragme, dont le but est, comme on le sait, de rétrécir le cône lumineux avec lequel on éclaire l'objet. Ajoutez à ce précieux avantage que la tourmaline grossit beaucoup plus que le verre, et qu'ainsi, à courbure égale, on peut obtenir des résultats plus puissants.

422. L'effet spécial provenant de la coloration de la tourmaline, nous a fourni l'idée de faire fabriquer des lentilles en beau verre bleu; et à part le grossissement, nous en avons retiré les mêmes avantages. Les lentilles en verre bleu sont du même prix que les lentilles en verre blanc (412), tandis que le prix des lentilles de tourmaline s'élève jusqu'à 10 fr. Nous nous proposons de remplacer par des lentilles en verre bleu et des lentilles de tourmaline, les objectifs achromatiques du microscope composé; et nous croyons pouvoir espérer que cette application remplira son but. Ce qui nous porte à le croire, c'est que le *crown-glass* anglais dont la couleur est d'une légère teinte verte, produit dans l'achromatisme des effets bien supérieurs au *crown-glass* blanc.

423. La tourmaline jouissant, comme le diamant, de la propriété de la double réfraction, si le fabricant n'a pas la précaution de tailler les deux surfaces de la lentille parallèlement aux deux axes, la lentille présente toutes les images doubles et se superposant par la moitié ou le quart, etc. Cet effet a paru surprendre nos plus habiles cristallographes, qui ne pensaient pas que la double réfraction s'étendit jusqu'à de telles limites du clivage. Ce phénomène prouve que la double réfraction, bien loin d'être le fait de l'arrangement des molécules intégrantes du cristal, remonte jusqu'à la combinaison des atomes constitutifs de la molécule chimique.

424. A la forme lenticulaire des verres grossissants est inhérent un défaut, qui, sans être bien grave, ne mérite pas moins d'entrer en ligne de compte, dans l'évaluation des circonstances d'une observation. Il résulte du mode spécial de réfraction des segments de la sphère que les angles des objets s'arrondissent un peu dans l'image. On a entrevu la possibilité de corriger ce défaut, en ayant recours aux courbures cylindriques; résultat qu'on obtiendrait aisément, en accolant en croix deux lentilles plano-cylindriques (398) par leur côté plat. Mais de cette structure, il résulterait un défaut contraire à celui des lentilles biconvexes; c'est que les lentilles bicylindriques carreraient les images des objets à contour arrondi, comme les lentilles biconvexes arrondissent les images des

objets à contours anguleux. Défaut pour défaut, l'autre est le moindre ; car la difficulté d'obtenir des lentilles bicylindriques en porterait le prix très-haut, et on ne pourrait jamais parvenir à en fabriquer d'un foyer aussi court que celui de nos lentilles objectives ordinaires. Du reste, ce défaut est si peu saillant qu'il faut le signaler pour qu'on s'en aperçoive.

**425. MONTURE DU MICROSCOPE.** C'est par la monture seule que les microscopes diffèrent de la LOUPE, et diffèrent entre eux.

La LOUPE est une lentille, ou un système de lentilles achromatiques d'un foyer quelconque, dont la monture (pl. 3, fig. 5) est un large cercle d'ivoire, et mieux de corne, qui en débordé les deux faces pour loger l'œil de l'observateur, d'un côté, et écarter de l'autre les rayons lumineux qui ne passeraient pas par le champ de la lentille. Telles sont les loupes des horlogers ; on les tient d'une main pour les appliquer contre son œil, et de l'autre, on présente à leur foyer les objets qu'on désire observer soit par réflexion (385), soit par réfraction (389). Afin de conserver la liberté des deux mains, les horlogers placent leur lentille à l'extrémité d'un levier à losanges mobiles, qui se prête à tous les mouvements de va-et-vient, et monte ou descend en glissant, par la douille de l'autre extrémité, contre une tige verticale, à laquelle il se fixe au moyen d'une vis de pression. C'est là un microscope simple, de la forme la plus commode pour la spécialité de l'horloger.

**426.** Les naturalistes se servent, dans leurs excursions, de *biloupes*, et même de *triloupes*, petits instruments de poche dont la monture, en corne ou en écaille, se compose de deux plaques parallèles, entre lesquelles se logent des loupes d'un foyer différent, qui pivotent par un point de leur circonférence, chacune à l'une des extrémités de la monture, pour en sortir et y rentrer. La lentille qui sert à étudier les objets d'un gros calibre dépasse rarement un pouce de foyer ; celle qui permet d'aborder les corps moins apercevables à la vue simple, atteint jusqu'à 6 et 4 lignes, au gré de l'acheteur.

**427.** On fabrique encore des LOUPES COMPOSÉES de deux, et même de trois autres, qui, se logeant dans le même compartiment de la monture, et pivotant à la même extrémité, peuvent, en se superposant, donner un grossissement qui est environ la somme de leurs trois puissances. Toutes ces loupes se portent suspendues à un cordon et se

tiennent d'une main, pendant que leur foyer, soit immédiatement, soit pince ou d'une aiguille, les petits objets. Mais la vacillation des mains rend ces observations incertaines et indécises ; il faut donc vu une première fois pour se recon indication prise de la sorte au pas qui fait que ces sortes de montures servir qu'à ceux qui savent déjà, et tablement dans de continuelles per qui apprennent.

**428.** La fixité de l'objet est la condition de la vision distincte ; de là, dans de fine observation, la nécessité d'un objet qui permette à l'observateur d'attendre l'objet aussi longtemps qu'il faut pour le foyer précis de la lentille ; de là l'inconvénient du MICROSCOPE SIMPLE.

**429.** Le MICROSCOPE SIMPLE est composé d'une seule lentille ou d'une seule lentilles qui ne forment qu'une seule monture qui permette de placer et de tenir au foyer l'objet que l'on observe, et sous tous les jours possibles. Nous en avons de deux espèces : le MICROSCOPE DE VOYAGE, et le MICROSCOPE DE CABINET.

**430.** Le MICROSCOPE DE VOYAGE se compose d'une pomme de cuivre, au sommet de laquelle se trouve un bouton de voyageur ; un étui cylindrique (pl. 4, fig. 11, c) recouvre l'instrument sur sa base (b) pendant le voyage ; lorsque se servir de l'instrument, on enlève l'étui, et le microscope (m) se trouve ainsi pour l'observation ; on n'a pour cela qu'à enlever le bâton dans la terre ; ou bien, si l'on se sert de l'instrument en se tenant debout d'une table ou d'une borne, on dévissage le microscope (m) du bâton, pour en visser sur l'ouverture du cylindre qui se trouve dans l'étui, et qui de cette façon sert de support à la lentille (l) entre, par un pas de vis, un nouveau supporté horizontalement sur les supports (m' m') ; le porte-objet en verre est fixé dans un anneau mobile, susceptible de se rapprocher et de s'éloigner de la lentille au moyen d'un pas de vis, entre les supports (m' m'), dont les surfaces intérieures sont percées en fractions d'écrou, en sorte qu'on peut de cette manière amener l'objet au foyer de toute espèce de lentilles. Lorsqu'on observe des objets opaques, et par la réflexion d

, on n'a pas besoin de changer l'instrument à sa position verticale ; mais s'il s'agit d'un instrument insipide, et que l'on désire observer par un bon instrument, on dévisse le microscope, on fixe l'objet sur le *porte-objet* avec une goutte d'eau ou d'huile, et on présente le fond du *porte-objet* à l'œil. Trois lentilles suffisent pour que l'instrument se prête aux observations les plus précises, même en voyage : une lentille d'un pouce, l'autre de six lignes et une autre d'une ligne pendant la marche, l'une de ces loupes se fixe sur le *porte-objet* (*p*) et la surface de l'extrémité du bâton (*b''*). Pour mettre l'observation à l'abri du vent ou du souffle de la respiration, on recouvre le microscope d'un manchon en verre, cylindrique, ouvert par les deux bouts, d'un diamètre intérieur correspondant au diamètre extérieur du microscope et de la même longueur que la monture.

Le MICROSCOPE SIMPLE DE CABINET exige une monture qui se prête, sans déplacement, à des usages plus variés ; mais, réduite à sa plus grande simplicité, la structure n'en est rien moins simplifiée. Les conditions à remplir sont : 1° que le *porte-objet* (*p*) puisse s'avancer au foyer des loupes les plus faibles comme des plus fortes, et même, quand l'épaisseur de certains objets demande que le *porte-objet* soit placé à une certaine distance ; 2° que le *porte-lentille* (*l*) puisse avancer d'arrière en avant, de gauche à droite ou en superposant le foyer à l'objet dans les deux directions du *porte-objet* (*p*) ; 3° que le microscope doit servir à rendre l'objet visible par la réflexion des rayons lumineux, soit mobile dans les deux sens, pour prendre le jour d'où il faut le projeter où l'observation l'exige. Or, après un temps de mes plus opiniâtres travaux et de ma grande gêne, j'ai rempli ces trois conditions avec un succès qui n'a pas été contesté, au moyen d'une tige verticale de laiton, plantée dans un socle en bois, qui supportait un microscope de même fabrique ; le *porte-objet* glissait sur la tige et s'y fixait par une vis de pression ; la loupe se composait d'une lame de cuivre rainée d'un côté par une ouverture circulaire, se plaçant la loupe, et de l'autre par une

entaille longitudinale, qui donnait passage à la tige d'une vis de pression, glissait d'avant en arrière contre elle, ou pivotait autour d'elle de droite à gauche, se fixant par la pression de la vis, lorsqu'on avait amené la loupe à la position convenable.

432. Il n'y a pas de doute que la grossièreté de cette construction n'amène une grande perte de temps à sa suite, par la nécessité où l'on se trouve à tous les moments d'avoir recours, pour mettre les pièces à point, aux coups de pouce, auxquels tant d'autres ont recours pour faire concorder les expériences avec leurs prévisions théoriques ; mais enfin avec un instrument aussi peu élégant, un esprit philosophique peut arriver à un degré de précision et d'exactitude, qu'entre certaines mains sont loin d'atteindre les plus riches microscopes.

433. Cependant la perte de temps, qui, selon l'expression de Franklin, *est l'étoffe de la vie*, est une perte irréparable, puisqu'il ne nous est pas donné d'allonger notre vie à volonté. Aussi, dans l'intérêt de ceux à qui la nature ou plutôt la bizarrerie de notre ordre social a donné plus d'aptitude que de fortune, je résolus, dès mes premières difficultés, de mettre à la portée de toutes les bourses les avantages d'un microscope simple, élégant et facile, dont le prix, jusqu'à cette époque, s'était maintenu au chiffre des microscopes composés. Le problème n'était pas aussi aisé à résoudre qu'on le pense ; car il s'agissait de rencontrer un opticien qui entendit aussi bien les intérêts de sa fabrication que je prenais les intérêts de la consommation ; et, à cette époque, vu le peu d'usage que les savants faisaient du microscope, les opticiens n'avaient rien moins que contracté l'habitude de compter sur l'affluence des petits acheteurs. Enfin il s'en offrit un qui me comprit et qui s'en est fort bien trouvé (\*) ; et le microscope simple, sous la forme la plus élégante et la plus commode, fut mis à la portée de toutes les bourses. C'est l'instrument auquel la reconnaissance un peu exagérée des observateurs a donné mon nom, quoiqu'en cela je n'aie pas eu le mérite d'une découverte, mais seulement celui d'une idée utile. Afin d'éviter les répétitions, nous donnerons la description de cet instrument, en nous occupant des modifications

il, opticien et balancier des monnaies de France, rue n° 24. C'est dans son établissement qu'on trouvera les instruments décrits dans cet ouvrage. Entièrement étranger à cette fabrication, on ne saurait m'accuser de partialité aux intérêts des autres fabricants ; mais la mission confiée d'intermédiaire entre les intérêts des fabri-

cants et ceux des acheteurs, me force à déclarer que je ne donne ma garantie morale qu'aux instruments de ma compétence qui sortent des ateliers de Deleuil. La contrefaçon a voulu, depuis six ans, sous le nom de *microscope simple de Raspail*, des instruments d'une défectuosité telle, qu'il m'est devenu impossible de différer la présente déclaration.



encore de concentrer la lumière sur le champ visuel avec le degré d'intensité qu'exige la nature de l'objet ; les miroirs réflecteurs avec leurs accessoires remplissent cette condition. Ces trois systèmes de pièces sont coordonnés , au moyen d'une tige verticale qui leur sert à toutes de pivot. Nous allons traiter de chacun de ces systèmes de pièces avec quelques détails.

446. **TUBE DU MICROSCOPE.** Le tube d'un microscope composé (pl. 5, fig. 1 *tu*) est un cylindre qui varie dans ses dimensions , selon la courbure des lentilles et le genre de leurs combinaisons ; il se termine en un cône (*ob*) par l'extrémité qui doit recevoir le système des *objectifs* (441). Le système des *oculaires* est placé à l'autre extrémité (*oc, oc'*). Il est facile de concevoir qu'à la faveur de cette forme du tube , l'artiste n'a pas besoin de faire de grands efforts pour parvenir à *centrer* les *lentilles objectives* et *oculaires* , c'est-à-dire pour les disposer de manière que le centre de toutes se trouve dans l'axe du tube ; le tour, en effet , est un compas qui découpe et polit en même temps. Cependant la *centration* du microscope est un point essentiel et qui demande toute l'attention d'un ouvrier habile , la moindre déviation de l'axe d'une lentille étant capable d'altérer l'image.

447. Ce résultat obtenu , on place , devant chaque lentille , un diaphragme , dont le diamètre ne laisse parvenir , à la surface du verre , que la masse de rayons capables de s'y réfracter sous des angles utiles à la vision (404) ; ainsi le tube du microscope possède trois diaphragmes , l'un à l'objectif (*ob*) qui adhère nécessairement à la surface de cette lentille ; l'autre (*d*) , en face et à une certaine distance du premier oculaire (*oc*) , et l'autre (*d'*) , enfin , au foyer de l'oculaire externe (*oc'*). Le cône lumineux , qui émane de l'objet à observer , est donc rogné trois fois avant de transmettre l'image à l'œil de l'observateur , parce que trois fois on a dû le forcer à ne traverser que le champ de la lentille , qui donne le moins d'aberrations de réfrangibilité et de sphéricité (405).

448. Dans un microscope composé , l'image se trouvant à la base d'un cône indéfini , dont l'objet est le sommet (437) , il est évident qu'on n'aura qu'à s'éloigner de l'objet , pour grossir l'image , sans modifier en rien le système des oculaires ni celui des objectifs. C'est dans cette vue qu'on dispose le système des oculaires à l'extrémité d'un tube (*tu'*) , qui rentre à frottement dans le tube externe (*tu*) , et qui permet de doubler , ou au moins d'augmenter d'un tiers la distance de l'ocu-

laire à l'objectif. Le second diaphragme placé à la base de ce tube interne. Mais il est évident également que l'ouverture de ces diaphragmes restant invariable , la quantité de lumière qui vient aux oculaires , lorsque le tube interne est tiré , sera moindre que lorsque le tube sera rentré ; qu'en conséquence l'image obtenue par ce procédé doit être d'autant moins éclairée qu'il sera plus grossie. De là vient que cet appareil renferme dans des limites très-bornées ; le grossissement le plus exagéré ne saurait en aucune manière compenser le défaut de clarté.

449. On a soin de noircir toutes les parois intérieures des diverses pièces du tube , afin d'empêcher les rayons lumineux qu'on a écartés par les diaphragmes , et dont la réflexion ne manque pas de contrarier la marche de la réfraction des rayons utiles , si l'on n'avait pas recours à cette précaution.

450. L'œil de l'observateur , qui est à son tour une puissante lentille , doit avoir son diaphragme et son tube , comme toutes les lentilles de verre que nous venons de parler ; car , par les mêmes raisons il est nécessaire de le préserver , et des rayons réfractés qui nuiraient à la netteté de l'image , et des rayons de la lumière atmosphérique dans laquelle celle-ci s'effacerait ; c'est pourquoi l'on a soin de creuser en demi-sphère le porte-oculaire dans lequel l'œil doit se loger , et d'en noircir la surface.

451. On a dû remarquer qu'au lieu de parler de l'*objectif* , nous nous sommes constamment adressés à celui de *système des lentilles objectives* . C'est que , dans le but de pousser aussi loin que possible les avantages de l'*achromatisme* (405) , on associe aujourd'hui trois lentilles achromatiques ensemble , en les rapprochant autant qu'il est possible ; on les visse par leur monture l'une à l'autre , de manière qu'il est loisible d'en employer que deux ou une , si l'on a besoin de tenir l'objet à une assez grande distance du microscope , la distance étant en raison inverse du grossissement , et le grossissement étant en raison directe du nombre des lentilles qui entrent dans le système des objectifs. Mais on remarque alors que l'*achromatisme* aussi est en raison directe du nombre des lentilles , en sorte qu'avec un seul système il n'est pas rare de voir l'image s'entourer de quelques irisations ; inconvénient dont on tient peu compte dans l'observation.

En conséquence , il entre aujourd'hui dans la construction de tout microscope cinq lentilles dont trois au moins sont achromatiques , c

des chacune de deux autres, ce qui diminue le nombre à huit.

**PORTE-OBJET** du microscope est une plaque (pl), ouverte au centre, pour laisser passer la lumière, et susceptible d'avancer ou de reculer au moyen d'un mécanisme particulier. Les lentilles objectives sont toujours fixées au porte-objet. La platine doit être solide pour supporter le poids des mains et des objets, et assez large pour que rien ne gêne les mouvements de la dissection ou de la manipulation chimique. L'ouverture circulaire est faite de manière à recevoir une lame de verre de 25 millimètres de diamètre, sur laquelle on dépose l'objet à observer. Tout ornement étranger doit être évité dans la construction de la platine; car les ornements qui flattent la vue, blessent les yeux, et dans l'estime de l'observateur, rien n'est plus défectueux que ce qui est simple et commode.

**a. Les pièces destinées à éclairer l'objet.** Dans un microscope composé, de ces pièces, dont l'imperfection annule l'utilité du principal. Bien des microscopes sont défectueux que par le vice des pièces qui les éclairent.

Les objets opaques par *réflexion*, et les transparents par *réfraction*; les premiers font tomber la lumière sur la surface qui est tournée vers l'objectif; les seconds projettent la lumière sur la surface opposée en éclairant leur superficie, les tiers éclairent leur intérieur.

**miroirs réfracteurs.** Ce sont des miroirs qui tournent par leur diamètre à deux branches ( $\alpha$ ) d'un demi-cercle. L'un se fixe au bout d'une tige, suspendue sur son axe; celle-ci est terminée par un anneau, qui glisse contre la tige, et permet de rapprocher ou d'éloigner le miroir du porte-objet. Les miroirs ne projettent pas assez de lumière sur l'objet, lorsqu'on se sert de la lumière de celle d'une lampe; les miroirs projettent trop, et rendraient l'observation impossible, en concentrant sur lui les rayons; on a donc pris le parti de réunir, dans la même monture, le *miroir plane* et le *miroir concave* étant appliqués dos à dos. Le rayon focal du miroir concave est plus court, que l'on vise à des grossissements plus forts, et que le tube du micro-

scope est d'un plus petit diamètre. C'est par des tâtonnements qu'on arrive à trouver la courbure la plus convenable à la vision, dans la construction d'un microscope: c'est un point essentiel à déterminer.

455. Mais de même que les rayons émanés de l'objet, qui tombent sur la surface d'une lentille, ne sont pas tous d'une utile réfraction, de même les rayons qui arrivent du miroir sur l'objet, ne sont pas tous propres à en donner l'image la plus nette. Le faisceau dont on l'éclaire doit toujours être en rapport avec sa transparence; la trop grande lumière rendant invisibles les uns en les débordant, comme l'obscurité les autres. Le *porte-objet* a donc dû aussi avoir son diaphragme (*dd*); c'est une lame de métal percée de trous d'un diamètre variable, et que l'on place à une certaine distance du porte-objet; on peut retrancher de la sorte, du cône lumineux, autant de zones que l'exige la netteté de l'image. Car pour voir un objet, il ne faut jamais que la lumière, qui arrive à notre œil du milieu ambiant, soit beaucoup plus forte que celle qui nous est transmise par l'objet lui-même; l'une, en effet, envahirait la vision, aux dépens de l'autre.

456. *Miroirs réflecteurs.* Dans les anciens microscopes, on vissait, à l'extrémité du tube des objectifs (*ob*, fig. 1, pl. 5), une calotte perforée au centre, revêtue d'une feuille d'argent poli sur sa surface concave, laquelle était tournée du côté de l'objet; c'était un miroir destiné à concentrer de haut en bas, sur l'objet, ceux des rayons transmis de bas en haut par les miroirs dont nous venons de parler, qui débordaient l'objet opaque, lequel était supposé au foyer du miroir réflecteur. Mais avec quelque soin qu'on exécutât ces sortes de pièces, non-seulement il était impossible de déterminer rigoureusement leur foyer, mais encore, alors même qu'on aurait atteint ce but, les objets opaques ayant une épaisseur variable sur toute l'étendue de leur surface, il arrivait qu'un point étant plus éclairé qu'un autre, et que tel autre se trouvant dans la plus complète obscurité, l'emploi d'un miroir réflecteur, au lieu de profiter à l'observation, devenait une source inépuisable d'illusions d'optique. Ensuite la structure de ces miroirs ne permettait pas de les appliquer aux forts grossissements, à ceux que donnent les lentilles d'un foyer court; et quant aux grossissements faibles, qui permettent de tenir l'objet à une assez grande distance de la lentille, la lumière des nuages éclaire bien mieux que ne feraient ces



volonté, pour porter d'arrière en avant ou d'avant en arrière, la monture qui à son extrémité libre la loupe ou le microscope.

L'appareil du porte-objet se compose d'un anneau qui engaine la tige, et qui est susceptible de monter et de descendre par le jeu du ressort, au moyen duquel on fait tourner la tige dentée d'un pignon, qui s'engrène avec une crémaillère fixée sur la surface de la tige. Le fourreau est terminé à son extrémité antérieure, par une queue d'aronde (*ar*) solide et à angle droit, et dans laquelle s'insère à frottement le manche de la platine (*pl*), sur l'ouverture de laquelle se fixe le porte-objets.

La platine (fig. 3) est une lame de cuivre en carré long, à surface unie, à bords droits et percée, sur le milieu de son aire, d'une ouverture circulaire de 4 centimètres environ de diamètre recevant dans un rebord la lame circulaire qui sert de porte-objet. Avec cette disposition, comme on le voit, le porte-objet reste fixe toute la durée de l'observation ou de l'opération; et c'est en faisant mouvoir de gauche à droite d'avant en arrière, le levier horizontal du microscope (464), que l'on cherche l'objet de son examen; ce qui procure l'avantage de pouvoir examiner à tous les genres de grossissement les mêmes corps sans le déplacer, la même face sans en plisser la surface, la même face sans la changer de jour.

Cet avantage inappréciable serait dénué de tout effet, si le diaphragme (455), qui régule le volume du faisceau destiné à éclairer l'objet, était fixe, comme dans les microscopes ordinaires, et ne permettait à la lumière que de passer par le centre du porte-objet. Nous avons donc imaginé, pour ce nouveau microscope, un diaphragme (*d*) d'un mécanisme tout particulier, qui permet à la lumière projetée par le miroir (*m*), de varier les mouvements de l'objectif, et de se rapprocher ou d'en éloigner à volonté sur son axe.

Le diaphragme (fig. 4) est formé de deux lames horizontales, arrondies d'une manière insensible de tourner, par une gaine commune autour d'une tige verticale (*pv*), qui est fixée sous du manche de la platine (*pl* fig. 1 et 2). La face des deux lames est percée d'une ouverture longitudinale (*ov*), large de 5 millimètres environ et se dirige vers le milieu de la tige.

L. — TOME I.

percée de neuf ouvertures circulaires (*ov'*) de près de 5 millimètres de diamètre, disposées sur un arc de cercle qui part d'un côté de la gaine (*g*), et se dirige vers l'une des extrémités de la lame. A l'aide des deux boutons (*bb'*), il est facile de faire pivoter les deux lames, en sens inverse l'une de l'autre, autour de leur gaine (*g*), qui leur sert de centre, et d'amener successivement toutes les ouvertures circulaires (*ov'*), dans le plan de l'ouverture longitudinale (*ov*). On conçoit facilement que, par ce simple mécanisme, on peut amener la lumière sur chaque point du porte-objet, en conservant dans l'ombre tous les autres. On diminue ensuite ou l'on augmente le volume du faisceau lumineux, en approchant ou en reculant ce diaphragme de la platine, au moyen de la gaine qui glisse à frottement contre le pivot vertical (*pv*) de la platine (fig. 3).

469. Si l'on trouvait que, malgré la faible ouverture des trous de ce diaphragme, la lumière débordait un peu l'objet, on corrigerait ce mauvais effet, en se servant d'un petit cône noir à deux ouvertures inégales, dont la plus grande s'adapterait, à baïonnette, dans celui des trous du diaphragme par lequel on projette la lumière sur le porte-objet.

470. La monture du miroir (*m*) a dû subir à son tour une modification analogue, c'est-à-dire ayant pour but d'amener l'axe du cône lumineux, perpendiculairement à toutes les positions que le corps observé est dans le cas d'occuper, sur l'aire du porte-objet en verre. A cet effet, la tige horizontale qui supporte le miroir, se coude en (*cd*), de manière qu'en faisant tourner la gaine (*g'*) autour de la tige à laquelle elle est fixée pendant le repos la vis de pression (*v*), on raccourcit ou l'on allonge la distance à laquelle on veut placer le foyer de la glace concave du miroir. La gaine (*g'*) de la monture de cet appareil peut monter ou descendre contre la tige du microscope, mouvement qui ajoute à l'effet du mouvement de bas en haut du diaphragme (468) et permet d'augmenter ou de diminuer à volonté le volume du faisceau par lequel on cherche à éclairer l'objet.

471. Cette disposition générale étant une fois bien conçue, on peut transformer cette monture en celle d'un microscope simple ou d'un microscope composé, au moyen de deux petits corps de rechange, que nous désignerons, l'un par le nom de porte-loupe, et l'autre par celui de porte-microscope.

472. Le porte-microscope (fig. 2, pl. 5) est un large anneau soudé, par l'une des extrémités de

son diamètre, à une queue d'acier carrée (*q* fig. 2) qui entre à frottement dans l'extrémité du levier horizontal (*lv'*, fig. 1), et s'y fixe par une vis de pression (*v'*); à l'autre extrémité du même diamètre, il s'ouvre et se prolonge en deux lames parallèles, qui s'éloignent ou se rapprochent au moyen de la vis de rapprochement (*v*, fig. 2), ce qui lui permet d'embrasser étroitement le tube vertical du microscope composé, de la manière que représente la fig. 1.

473. Mais qu'on remplace ce large anneau par le porte-loupe (fig. 5, pl. 5, *pt*), et dès ce moment, on aura un *microscope simple*; les *porte-lentilles* (*ptl*) se vissant dans son ouverture circulaire; la queue (*q*) se fixant à l'extrémité du levier horizontal (*lv'*, fig. 1), dans la position dont la fig. 5 donne le profil; (*ptl*) étant le chaton concave du *porte-lentille*, dans lequel se loge l'œil de l'observateur; (*l*) la lentille de verre *sertie* à la base de ce cône.

474. La boîte du microscope renferme six lentilles simples de différents foyers, montées dans tout autant de *porte-lentilles* de même diamètre: la première de 1 pouce, la deuxième de 8 lignes, la troisième de 4 lignes, la quatrième de 2 lignes, la cinquième de 1 ligne, la sixième enfin de  $\frac{1}{2}$  ligne de foyer, de manière qu'on peut grossir les objets huit, douze, vingt-quatre, quarante-huit, quatre-vingt-seize, enfin cent quatre-vingt-douze fois, en les remplaçant les unes par les autres.

475. Quoique la crémaillère (465) permette de descendre la platine (*pl*, fig. 1) à plus d'un pouce de distance de la lentille, cependant il arrive que l'objet à observer est d'une épaisseur telle, que sa surface s'élèverait au dessus du foyer de la plus faible des lentilles. Dans ce cas on tire le pivot (*p*) du levier horizontal, hors de la tige (*lg*, fig. 1), pour amener la lentille à la hauteur déterminée par la portée de son foyer respectif.

476. Le tube du microscope composé (pl. 5, fig. 1 *tu*) n'est long que de 12 centimètres, et pourtant il suffit pour obtenir, par la combinaison des mêmes objectifs avec divers oculaires, les grossissements de 300 et même 500 diamètres, lorsque le tube interne (*tu'*) est poussé dans le tube externe; et les grossissements de 500 et même 800 diamètres, lorsqu'on tire le tube interne, et qu'on augmente ainsi d'un tiers seulement la distance de l'oculaire à l'objectif. Nous avons été forcé d'adopter cette longueur, non-seulement pour que le fabricant pût tenir le prix de l'instrument à un chiffre raisonnable, mais encore d'un côté afin de ne pas charger le levier

horizontal d'un poids trop lourd d'un tube de plus fort calibre, de ne pas dépasser la hauteur d'usage, en nous servant d'un grande longueur:

477. Le seul inconvénient (car à côté des plus grands avantages il y a toujours un inconvénient), le seul résulte de l'emploi d'un tube d'usage, c'est que le champ visuel est dans la même proportion que le diamètre de l'oculaire, et que l'on découvre moins d'objet quand on arrive aux forts grossissements, ou plutôt incommodité par des avantages d'une tout autre nature, au point de vue où la nature place l'observateur.

478. Examinons maintenant ce que chacun des grossissements offre, tel qu'il est livré dans le commerce. Nous avons déjà démontré que la distance d'usage est d'autant plus courte, et le pouvoir plus rapproché de l'objectif, qu'il y a d'un système optique est plus étendu, donc d'autant plus facile de passer à l'anatomique et chimique d'un objet, que les grossissements exigent pour l'opération seront plus faciles. C'est par ceux-ci qu'il faut pour préparer l'observation qu'il faut mettre aux autres.

479. Le tube (*tu'*) poussé dans le tube externe, laissant à l'objectif (*ob*) qu'une seule lentille achromatique, on a un grossissement de 85 diamètres seulement; grossissement qui passe, il est vrai, une lentille simple de foyer (454), et avec plus de commodité le microscope composé a l'avantage de grossir le champ de la vision, et de tenir l'objet à 4 millimètres qui permet à la main de l'observateur d'être en toute liberté. En tirant le tube interne, on tient un grossissement de 125 diamètres, mais il ne faut pas s'attendre à avoir une seule lentille objective, d'un usage aussi parfait, qu'avec trois; c'est la puissance de l'art. Si l'on veut le même grossissement avec les objectifs, on aurait à faire la décomposition de l'oculaire (*oc*) ou d'objets que le fabricant vend à part.

480. Avec deux lentilles objectives, et le tube (*tu'*) poussé dans



est de 125 diamètres et la distance focale mètres; en tirant le tube (*tu'*) le grossissement à 250 diamètres, la distance focale cessant d'un demi-millimètre environ.

En, avec les trois lentilles objectives (*ob*) qui sont à bout, comme elles le sont sur la figure, le grossissement est de 350 diamètres, si l'on pousse dans l'autre. Il s'élève à 500 si le tube est tiré; et à ce chiffre, l'image est encore nette et suffisamment éclairée; la distance focale n'est plus alors que d'un mètre, ce qui exige beaucoup de précaution, car une certaine habitude de mettre l'objet à une certaine distance de la lentille dans l'objet ou le liquide qui

permet d'obtenir des grossissements plus forts, des oculaires plus puissants, qui donnent le grossissement de 500, le tube (*tu'*) de 800, le tube (*tu'*) tiré. Mais, ainsi qu'on le voit, les microscopes possibles, ces grossissements exagérés ne s'obtiennent qu'aux dépens de la netteté, et leur genre d'utilité est tout exceptionnel de circonstance; on ne s'en sert que pour les observations.

Qu'on observe les corps opaques, la lumière doit leur arriver d'en haut; et celle qui arrive d'en bas, autour d'eux la lumière du miroir in- pourrait que nuire à la vision, par le phénomène de la diffraction. On la supprime, en plaçant le porte-objet en verre (*pb*), un diamètre d'ouverture, de même diamètre, et on lute sa surface. On fixe alors contre la monture de la loupe réfective (pl. 5, fig. 1), la griffe (*gr*) embrasse l'épaisseur de la lame (*pl*), et fixe la monture dans une monture conque par la vis de pression (*v*); or, la tige (*tg*) mobile dans sa gaine (*g*), mobile par son deuxième coude (*c'*), se coulant à l'intérieur d'un autre coude (*c''*), est susceptible de tourner en (*m*), le porte-lentille tourne sur son axe à l'extrémité des deux branches (*aa*), on peut prendre le liquide et le répandre sur l'objet dans toutes les directions possibles.

Qu'on même qu'on supprime la lumière réflé- qu'on veut observer par réflexion, de tout supprimer toute lumière réflé- chie, on peut observer par réfraction, les effets tant propres qu'à induire en erreur sur les manipulations des effets de l'autre. L'abat-jour est un cylindre dans lequel se loge l'extrémité du tube du microscope, est destiné à rassembler tous les rayons réfléchis, en s'appli-

quant par sa base, sur la surface du porte-objet lui-même.

485. Nous avons dit qu'il pouvait se présenter des circonstances telles, que l'on aurait intérêt ou fantaisie à observer les objets horizontalement, et à les éclairer directement par la lumière des nuages et sans l'intermédiaire du miroir (*m*). Le microscope double se brise, vers la base (*br*), dans ce but. Mais il arriverait infailliblement dans ce cas, que le liquide du porte-objet entraînerait l'objet sur la platine, ou que le porte-objet lui-même se déplacerait, par suite des mouvements imprimés à l'instrument. On maintient le porte-objet en position, au moyen de deux pinces (*fig. 7 pr*), dont la griffe (*gr*) saisit l'épaisseur de la platine par la vis de pression (*v*), et dont la tige (*tg*) se meut dans la gaine (*g*) circulairement et de haut en bas à frottement. On s'oppose à l'écoulement du liquide, en l'emprisonnant dans les *porte-objets à réactifs*, qui se composent de deux lames appliquées à frottement l'une contre l'autre, et dont l'inférieure est creusée d'un segment de sphère (*sp*) à l'émeri. Nous en avons fait construire de différentes formes, à lames carrées (*fig. 8*), parallélogrammes allongés (*fig. 9*), et circulaires (*fig. 10*), du même diamètre que l'ouverture de la platine (*pl*, *fig. 1*).

486. Le procédé pour utiliser ces appareils n'est pas d'une grande complication; on passe, sur la surface de la lame, une couche mince d'une substance non attaquable par le liquide que l'on veut emprisonner; le plus souvent un peu de salive suffit; on glisse à frottement la lame supérieure sur l'inférieure, jusqu'à ce que l'adhérence paraisse assez grande, et on amène le bord de la lame supérieure environ au-dessus des deux tiers de la cavité (*sp*) de la lame inférieure; on introduit alors dans la cavité le corps à observer, avec une quantité de liquide qui déborde; on pousse aussitôt la lame supérieure, pour chasser devant elle le superflu; on est sûr, de cette manière, que l'air ne pénètre pas dans la cavité, laquelle se trouve hermétiquement close, une fois qu'à la faveur d'une pression secondée par des frottements de va-et-vient suffisamment répétés, on est parvenu à compléter l'adhérence des deux surfaces accolées ensemble. Les deux lames tiennent alors entre elles, comme si on les avait soudées ensemble, et le liquide se trouve emprisonné hermétiquement, pour ainsi dire, dans un flacon microscopique à l'émeri (51). On conçoit que l'objet enfermé dans une cavité de ce genre a beau se déplacer, il ne saurait se soustraire à l'inspection microscopique, qu'en conséquence on peut impunément donner à

ces lames la position verticale ou horizontale. Mais quelle que soit celle des deux positions que l'on adopte de préférence, ces sortes d'appareils sont indispensables, toutes les fois qu'on a à soumettre une substance à l'influence prolongée d'acides volatils ou avides d'humidité, d'alcalis qui se carbonateraient à l'air, enfin de réactifs et menstrues qui s'altéreraient ou se volatiliseraient. On doit en avoir toujours une certaine provision à son service.

487. Quoique le porte-objet en verre (*pb*) soit à demeure pendant l'observation, qu'on soit dispensé d'y porter la main pour amener l'objet sous le microscope, cependant il arrive fréquemment que le liquide déborde sur la monture, par suite de l'impossibilité où l'on se trouve d'amener la platine à une parfaite horizontalité; inconvénient dont la conséquence la moins grave est, selon la nature chimique du liquide, d'altérer le poli des pièces et la facilité de leurs mouvements. Pour prévenir ces sortes d'accidents, nous avons fait corroder, sur la lisière du porte-objet en verre (*pb* fig. 1, et fig. 11), une gouttière circulaire (*gt*), qui sert de fossé au petit débordement, et arrête le liquide au passage.

488. Enfin, dans le but de préserver la monture des objectifs (*ob* fig. 1) du contact des acides, ou de l'évaporation des liquides, on a disposé un manchon (fig. 13), formé d'un fond de tube de verre (*tu*) fermé à la lampe, et mastiqué sur ses bords à un cercle de cuivre (*an*), dans lequel rentre à frottement l'extrémité inférieure du tube du microscope; en sorte que le fond du manchon vient s'appliquer presque sur la surface de la lentille objective. L'épaisseur du verre du manchon étant moindre que la distance focale, l'interposition de sa substance n'est pas un obstacle à la vision; et malgré les défauts que tout l'art du souffleur ne saurait jamais faire entièrement disparaître, il est impossible qu'en tournant le manchon sur son axe on n'arrive pas à rencontrer un espace, si petit qu'il soit, qui laisse passer les rayons lumineux sans leur faire subir la moindre déviation.

489. Cet appareil est de la plus grande utilité pour observer les corps dans un liquide en ébullition, ou dans un menstrue d'une rapide volatilité. En effet, si l'on tenait la lentille objective à distance de la surface du liquide, les vapeurs dégagées ne manqueraient pas de venir se condenser en petites gouttelettes contre la surface de la lentille, et d'y former autant de centres de réfraction, qui annuleraient, par ce seul fait, la réfraction générale. En plongeant la lentille dans le liquide

même, on préviendrait cet accident; et s'introduirait dans la monture du microscope les vapeurs viendraient se condenser à l'intérieur. A l'aide du manchon, on prévient la formation de ces gouttes, et on s'oppose à la formation de ces gouttes, et on peut assister enfin, sans le moindre inconvénient, aux influences les plus intimes d'un liquide, sur une substance donnée. Dans cette circonstance, on remplace le porte-objet par un verre de montre d'un diamètre convenable, et le miroir (*m*), par une lampe à alcool (*lm* fig. 2, pl. 3), que l'on peut éloigner à toutes les distances possibles du porte-objet, et placer le corps du microscope en dehors de

490. Ce petit arsenal pour les observations est complété par une pince à dents (*pi* fig. 18) à pointes dentées en deux, et un scalpel à tranchant recourbé en arc (*sc* fig. 19), deux petites aiguilles emmanchées (*aig.* pl. 3), trois instruments qui suffisent pour les besoins d'une dissection microscopique.

491. MESURES MICROMÉTRIQUES. : Pour éviter le soin de soustraire la vue de l'appareil aux personnes, auxquelles on veut montrer un objet microscopique, et que l'on place l'instrument dans une chambre obscure, on fait l'oculaire filer l'office d'un volet, pratiquée dans le mur, et donnant sur un point lointain quelconque; il est certain que l'objet visuel du microscope apparaîtrait à l'observateur novice, comme une mer dans laquelle s'agiteraient des corps animés, d'une grandeur démesurée. L'eau de nos mers, du diamètre d'un millimètre, deviendrait ainsi un océan immense, et le nouveau, par suite de cette simple modification, qui transformerait le microscope en un microscope panoramique ou en *panorama*.

492. D'où vient donc que tout ce monde se mesure à ces limites, que tous ces géants se rapetissent, par cela seul que nous les contemplons? avoir mesuré d'un coup d'œil le tube vers lequel ces mystères se révèlent? et ne possédons pas de mesure absolue des grandeurs, c'est que la grandeur des objets n'est que relative; c'est que les corps de la nature ne sont pas tellement grands, mais plus ou moins grands, tel autre; c'est enfin parce que nous ne pouvons mesurer la grandeur de l'un que par comparaison avec l'autre; et que la comparaison des grandeurs ne peut jamais se faire de souvenir.

donc que j'observe . à travers un tube : et le diamètre , et la longueur , et le un espace lumineux , où se meuvent tumultueuses d'êtres d'une structure et d'une physionomie distincte , ne comparer ces corps qu'entre eux et avec le l'espace qu'ils habitent , la première mon esprit est d'étudier leurs proportions ; si je veux ensuite comparer les s de ce monde tout nouveau avec les s du monde que j'habite , je ne saurais rs qu'au raisonnement , qui m'indique l'iers d'êtres si distincts ne pourraient tte distance , s'ils n'étaient pas gigan- ne sauraient se mouvoir avec de telles e dans un espace immense peut-être re horizon.

s que tout à coup je déchire le voile ail ce mystérieux mécanisme , et que que ce tableau est un prestige , et que se à travers un diaphragme de 3 milli- lus , et dans la longueur d'un tube de alimètres . dès ce moment l'illusion proportions se réduisent à une mesure tout la comparaison simultanée va me blier des rapports constants. Car en e l'œil droit l'image transmise par le l'œil gauche les objets extérieurs , il ile d'établir de combien les uns me u grands que les autres.

lorsque l'œil droit est logé dans la ca- aire , et que de l'œil gauche j'observe ronnants , je m'aperçois que ceux-ci t distincts à la vue qu'à une certaine a deçà de cette limite , leurs formes utant plus et la vision devient d'au- nfuse , qu'ils se trouvent placés plus œil. Or l'analogie , qui agit sur notre en dépit de tous les calculs , me por- tre que ces images , qui me viennent e du microscope , contre lequel est m œil , ne sauraient appartenir qu'à ets plus ou moins sur la limite de la e. C'est donc avec des corps exposés er à la vue simple , que je serai amené les images grossies par l'instrument. e , variable selon la portée des diffé- , peut être évaluée en moyenne à 50 c'est celle qu'il faudra adopter pour ure commune des objets microsco- que la portée de la vue n'ira pas si i avoir soin de noter la distance à la- re.

496. Que l'on place sur la table , et à 30 centi- mètres de distance , une règle (*rg* fig. 1, pl. 5) divisée en centimètres et en millimètres , que l'on fixera de l'œil gauche , en même temps que de l'œil droit appliqué contre l'oculaire (*oc'*) , on observera l'image grossie par l'instrument ; il arrivera un moment où , par suite de l'unité de la sensation optique , l'image semblera se superposer sur la règle , dont elle recouvrira un nombre de divisions facile à déterminer. Nous aurons dès lors la gran- deur de l'image transmise par le microscope.

Pour déduire de ce résultat la grandeur de l'ob- jet microscopique lui-même , dont nous venons de mesurer l'image , nous commencerons par mesu- rer la distance à laquelle l'objet se trouve par rap- port à la surface inférieure de la lentille objective (*ob*) , c'est-à-dire de déterminer la distance focale de celle-ci (405). Or , si ma vue était organisée de manière à percevoir un objet placé à la distance focale de la lentille , l'image m'arriverait sous un angle , dont la grandeur réelle de l'objet serait la base , c'est-à-dire la tangente au rayon qui parti- rait du milieu de la longueur de l'objet ; dans la fig. 12, pl. 4, le petit cristal (*ee'*) serait cette tan- gente ; je verrais alors ce petit cristal sous l'an- gle (*eje'*). Mais si le cristal était assez grand pour être aperçu , à 30 centimètres de distance , avec les dimensions que le microscope employé commu- nique à son image ; en supposant cette dimension égale à (*gG*, fig. 12, pl. 4), la distance de 30 cen- timètres étant égale à (*ja'*) , il est évident que les deux triangles (*eje'*) et (*gjG*) seraient propor- tionnels entre eux ; qu'en conséquence la base (*ee'*) du premier serait contenue dans la base (*gG*) du se- cond , autant de fois que la perpendiculaire (*aj*) du premier dans la perpendiculaire (*a'j*) du second.  $ee' : gG :: aj : a'j$  ; c'est-à-dire que la grandeur réelle du petit cristal est contenue autant de fois dans la grandeur apparente de son image , que la distance focale de la lentille (415) l'est dans 30 cen- timètres , qui est la distance à laquelle nous avons placé la mesure commune. Désignons donc la dis- tance focale par *D* , la grandeur de l'image par *I* , la limite de la vision distincte par *L* , et la gran- deur réelle de l'objet par *x* , l'équation suivante  $L : D :: 1 : x$  donnera la valeur de ce dernier terme ;

$$\text{d'où } \frac{D}{L} = \frac{x}{1}, \text{ ou } x = \frac{D \times 1}{L}.$$

Si donc la distan- focale est de 2 millimètres , et que l'image a- rente soit de 25 millimètres , la grandeur ré

$$\text{l'objet sera } \frac{2 \times 25}{500} = \frac{5}{50} = \frac{1}{10} \text{ de millimètre.}$$

microscope aura donc grossi l'objet 150 fois, chiffre qui sera l'indice de la puissance ampliante de cette lentille. D'où l'on conclura qu'une lentille d'un millimètre de foyer, si l'art du fabricant était capable d'arriver à une courbure de ce genre, grossirait 300 fois les objets; qu'une lentille de 3 millimètres de foyer grossira 100 fois, une lentille de 4 millimètres 75 fois, une lentille de 5 millimètres 60 fois, une de 6 millimètres 50 fois, une lentille de 2 centimètres 15 fois, et une de 3 centimètres 10 fois. Pour les personnes dont la vue distincte est juste à 8 pouces de distance, elles évalueront la distance focale en lignes, et elles diviseront  $D \times I$  par 96 lignes, pour avoir la grandeur de l'objet.

497. La distance focale, avons-nous déjà dit, n'est pas toujours facile à déterminer d'une manière rigoureuse; il est, pour déterminer la puissance ampliative, c'est-à-dire le grossissement du microscope, un autre procédé qui donne des indications justes et non moins promptes, une fois qu'on a contracté l'habitude de s'en servir. Il est également fondé sur l'opération de la double vue; mais le terme de la distance focale y est remplacé par la grandeur réelle de l'objet. Soit, en effet, un objet dont, tout petit qu'il soit, je sois parvenu à déterminer rigoureusement le diamètre réel; si je le place au foyer du microscope, et qu'en même temps que je le fixe de l'œil droit, je fixe de l'œil gauche une règle divisée et placée à la distance de 50 centimètres, il est évident que la puissance ampliative du microscope sera égale au nombre de fois que la grandeur réelle de l'objet aura été ajoutée à elle-même, alors que son image se superposera sur la règle divisée (496), c'est-à-dire que le grossissement  $G$  sera égal à l'image  $I$ , divisée par la grandeur réelle  $g$  :  $G = \frac{I}{g}$ . D'où  $G \times g = I$ , et  $g = \frac{I}{G}$ ;

c'est-à-dire qu'une fois que j'aurai, par ce moyen, déterminé la puissance ampliative du microscope, je n'aurai plus, pour obtenir la grandeur réelle d'un objet quelconque, qu'à diviser l'image mesurée sur la règle, par le grossissement lui-même.

498. Mais en substituant, à un corps de la nature, la fraction d'une mesure adoptée, qui puisse se prêter à l'observation microscopique, on amènera l'évaluation à une précision aussi rigoureuse qu'il est possible de l'atteindre, avec l'imperfection de nos organes. Soit, en effet, un espace de

1 millimètre divisé au diamant, sur une verre, en 50 ou 100 parties égales (\*); à grossissement qu'on élève la puissance du microscope, il est certain que l'une au moins des petites divisions tombera dans le champ du microscope. Lors donc que, par le *procédé double vue*, l'une de ces divisions coïncidera avec celles de la règle observée à l'œil nu, ou plus qu'à lire le nombre de divisions de la règle de la règle observée à l'œil nu, que l'une des fractions du millimètre qu'on observe au microscope, pour en déduire le grossissement du microscope. En effet, si l'intervalle entre deux divisions microscopiques de la lame de verre couvre un centimètre de la règle observée à 50 centimètres de distance, le microscope aura grossi cet intervalle 500 fois, dans le cas où chaque division micrométrique correspondrait à  $\frac{1}{50}$  millimètre; car alors, par l'effet de la puissance ampliative du microscope,  $\frac{1}{50}$  de millimètre est devenu égal à 10 millimètres, c'est-à-dire  $10 \times 50 = 500$ .

499. On doit avoir soin, en procédant à ces observations, d'amener le micromètre au point où les divisions du diamant s'offrent pures et comme des traits nets et sans pénombre. Ensuite, il faut que la règle de mesure soit placée sur la table, et puisse être amenée à coïncider avec le micromètre par des mouvements faciles et doux; la distance doit être parfaite, et sur toute la longueur des traits, et sur toute leur épaisseur.

500. Lorsqu'on cherche à mesurer la puissance des grossissements élevés, qui ne s'obtiennent qu'au détriment de la lumière et de la clarté des images, il s'établit une lutte pénible et fatigante entre les deux yeux de l'observateur, dont l'un est plongé dans les ténèbres, et dont l'autre est inondé de lumière; et la coïncidence des images est alors d'une grande difficulté à déterminer.

501. On obvie à ce grave inconvénient par le procédé qui suit : on détermine, par le procédé ci-dessus, le grossissement du premier microscope ( $oc'$ , fig. 1, pl. 5), c'est-à-dire en plaçant au foyer du diaphragme ( $d'$ ) de son foyer, un micromètre qui, cette fois, ne doit contenir que des millimètres sans autres fractions (\*\*). Si maintenant c

(\*) Ces lames de verre se nomment des micromètres. Il est des artistes qui portent la division à 200 et 400 même avec une netteté admirable, ce qui exige le concours d'un excellent instrument diviseur et d'une main exercée. Le millimètre divisé en 100 parties

suffit à toutes les observations; le prix n'en dépasse pas 1 franc.

(\*\*) Afin de ne pas gêner la vision, ce micromètre est gravé sur une bande de verre de trois millimètres d'épaisseur, égalant en longueur le diamètre du tube.

micromètre en place et au foyer de l'oculaire, on observe en même temps le micromètre divisé en fractions de millimètre placé au-dessous de l'objectif (*ob*), on trouvera qu'un nombre de divisions de celui-ci sont renfermées dans un intervalle de deux traits de celui-là; c'est-à-dire une, deux, trois, etc., fractions du micromètre soumises à la réfraction de l'objectif occupent le même espace qu'un millimètre de la réfraction de l'oculaire externe (*oc'*); (*ob*), plus l'oculaire interne (*oc*), ont vu d'autant l'image d'une division. Mais l'oculaire externe (*oc'*) reprend, pour la grossir une fois, cette image; le grossissement du microscope sera donc égal au premier grossissement multiplié par le second. Que, par exemple, un millimètre du micromètre soumis à l'objectif

se place exactement entre les deux oculaires, marquant un intervalle d'un millimètre, et le micromètre soumis à l'oculaire externe, il s'ensuivra que la puissance amplifiée de l'objectif, jointe à celle de l'oculaire interne, grossira l'image 10 fois; mais si le grossissement de l'oculaire externe lui-même est de 10, l'image qui parviendra à l'œil de l'observateur sera  $10 \times 10 = 100$  fois; ce qui donnera le grossissement du microscope.

Il faut conserver précieusement le chiffre du grossissement, une fois qu'on l'a obtenu par le moyen d'un assez grand nombre d'observations; ce ne sont pas de ces observations où l'on puisse impunément recommencer; et je n'en sache pas de plus fatigantes que celles-ci; je serais même dire de moins concordantes. Il faut pas se le dissimuler, avec quelque soin que l'on procède, il est presque impossible que deux observateurs se rencontrent exactement dans leurs déterminations, et que le même objet tombe juste au même chiffre dans deux observations consécutives; il est des longueurs où l'on peut plus compter, mais qu'on se contente d'évaluer, en divisant idéalement l'intervalle où la division tracée ne se prête plus à établir les rapports. Mais il en est, sur ces mesures micrométriques, comme des mesures de grand; l'exactitude se trouve hors de portée; il est refusé à l'imperfection de nos sens de franchir. Quoi qu'il en soit, et comme du grossissement, une fois constaté, il n'y a plus de dénominateur à toutes les évaluations ultérieures; dont l'image grossie sera le numérateur, il s'ensuit que les objets qu'on aura

à observer seront tous mesurés à la même règle, et que, par conséquent, les rapports de grandeur des objets microscopiques entre eux n'offriront rien d'erroné.

503. En résumé, le grossissement *G* du microscope étant déterminé par ce procédé, et l'image de l'objet observé *I* étant mesurée par le procédé de la double vue, la grandeur réelle de l'objet *g* se déduira de cette formule  $g = \frac{I}{G}$ .

504. On peut obtenir encore la grandeur réelle de l'objet, directement. En effet, si l'on parvient à disposer l'objet à mesurer, juste sur la surface divisée du micromètre en verre, il doit paraître évident que, pour connaître sa grandeur réelle, on n'aura qu'à compter le nombre de divisions micrométriques qu'il recouvre. Mais dans l'application, ce résultat n'est ni aussi prompt ni aussi facile à obtenir; et il est loin de donner à chaque fois des indications aussi exactes qu'on serait porté à le croire au premier abord. Les traits de la division micrométrique, qui n'occupent, sur la lame de verre, qu'une aire d'un millimètre, sont si délicats et si fins, qu'on ne parvient presque à apercevoir la place qu'ils occupent, que par le jeu de la lumière et le phénomène des interférences. Alors même qu'on a eu la précaution d'entourer la division par un cercle coloré visible à la vue simple, il faut encore beaucoup de temps pour la rencontrer au microscope, et pour la rendre visible, en l'amenant juste au foyer; l'épaisseur de ces traits étant si faible que le moindre coup imprimé au bouton de la crémaillère, amène la division au delà ou en deçà du foyer. Une fois qu'on l'a trouvée et qu'on l'a mise au foyer, il faut encore amener l'objet et la goutte de liquide qui le renferme, sur les traits de la division, ce qui n'est souvent pas moins long à effectuer, et ce qui expose la division à de fréquentes éraillures. Enfin toutes les difficultés ne sont pas aplanies dès ce moment: car il est rare que les dimensions de l'objet concordent exactement avec les divisions micrométriques, l'objet pouvant avoir  $\frac{1}{52}$ ,  $\frac{1}{55}$ ,  $\frac{1}{60}$ ,  $\frac{1}{70}$ , de millimètre en diamètre, quand la division du micromètre n'est qu'en cinquantièmes de millimètre. L'estimation alors doit se faire par des divisions idéales, qui sont capables de jeter l'évaluation dans des écarts bien plus graves que ne le feraient les vacillations du procédé par la *double vue* (496). Ajoutez à cela l'influence des pénombres des bords de l'objet sur la valeur des déterminations, et l'on conclura



que le résultat obtenu, en tout état de cause, n'est pas tellement rigoureux qu'il soit nécessaire de le chercher, au prix de tant de pénibles efforts et de temps perdu.

505. On a remplacé ce genre de mesure micrométrique, par un petit instrument qui est susceptible de fonctionner avec une rare précision, et de mesurer un objet au microscope, presque comme on mesure à l'œil nu dans les opérations en grand. C'est une tige horizontale, aiguë à l'extrémité qui se place au foyer, et dont l'autre extrémité est mise en mouvement par une vis sans fin, dont on peut apprécier la marche, au moyen d'un cadran gradué fixe et d'une aiguille qui tourne avec la vis. Ce petit instrument fixé au point convenable contre la platine (*pl*, fig. 1, *pl.* 5) du *porte-objet*, on en amène la pointe, de manière que son extrémité coïncide exactement avec le bord de l'objet que l'on observe; ce premier résultat obtenu, on place l'aiguille au zéro du cadran, on tourne ensuite la vis jusqu'à ce que la pointe de la tige horizontale soit arrivée au bord opposé de l'objet, et l'on compte alors, sur le cadran, la longueur qu'elle a parcourue, pour arriver d'un bord à un autre, les divisions du cadran correspondant à tout autant de fractions égales d'un millimètre. Cet instrument qui, porté à une suffisante précision, ne saurait être livré à bon marché, n'est pas à l'abri des perturbations qui altèrent les indications du micromètre en verre. Les pénombres de l'objet rendent assez difficile à déterminer la coïncidence de la pointe avec les bords de l'objet microscopique; mais ce qui peut jeter encore plus d'incertitude sur la valeur des déterminations, c'est qu'il est presque impossible d'amener la pointe de l'instrument au foyer de l'objet microscopique, sans s'exposer à faire disparaître l'objet lui-même, par la voie de la capillarité. Or, comme, avant toute chose, il faut que la pointe de l'instrument soit placée au foyer du microscope, et que l'objet en sera à distance, il s'ensuit que l'instrument mesurera une image altérée plutôt qu'une réalité.

506. Ainsi avec tout ce luxe d'appareils, on ne saurait arriver qu'à une précision apparente, et à un charlatanisme de chiffres, dont nous avons, il nous semble, fait assez bonne justice dans nos premières publications; et vraiment il nous était difficile de contenir un éclat de rire, quand dès le lendemain de leurs publications, nous voyions les journaux transcrire, les professeurs annoncer et les traités élémentaires recueillir, avec une religieuse attention, ces tableaux, où les globules

du sang se présentaient avec une précision graphique, que nous étions loin de trouver dans la nature, en ayant recours à tous les procédés.

507. Cependant, si les molécules divines et les corps de la nature affectaient constamment les mêmes dimensions, dans une même circonstance, force serait bien d'employer, pour les mesurer, des instruments d'une rare précision, dût-on faire vérifier par les possesseurs privilégiés de ces instruments académiques, et les soumettre pour leur usage au poinçon légal. Mais quand on songe que nous aurons fréquemment à constater dans le présent ouvrage, que les globules ou les cellules de la même substance, à quelque degré qu'on les divise anatomique ou mécanique, ont des dimensions à l'infini entre deux extrêmes, l'un n'a souvent d'autres limites que ce qu'on lui impose par une vision artificielle, il serait, il nous semble, ridicule de vouloir mesurer chacun de ces globules avec des instruments d'une parfaite précision, dans le cas où la science en posséderait de plus exacts, qu'il le serait de refuser dans le commerce toute mesure légale, qui n'aurait pas été vérifiée sur le mètre de platine déposé à l'Observatoire, qui, grâce à la consigne sévère qui veille sur lui, n'a pas encore peut-être servi d'étalon. Mais comme il est démontré que les *microscopiques* si perfectionnés qu'ils soient, ne sauraient donner dans l'application, que des évaluations approximatives, et que d'un autre côté, les organes que l'on a à mesurer varient en dimensions, en espèces, les individus, l'âge, et la région qu'ils occupent; que le résultat enfin, acquis à si haut prix, se réduit, en dernière analyse, à une suffisante approximation, il s'ensuit qu'il est préférable de se servir du procédé de la *double vue* (496), qui fournit des approximations égales en exactitude, à toutes les autres, l'immense avantage de ne point occasionner de perte de temps ni sacrifice pécuniaire.

508. Qu'importe ensuite que tel observateur ait pris ses mesures à un microscope, dont l'usage n'est pas aussi rigoureux que celui du mètre, qui a servi à dresser un tableau de dimensions, que les rapports entre les nombres obtenus par le premier n'en seront pas moins les mêmes que ceux obtenus par le second, alors que les nombres comparés se feraient entre eux chacun à chacun; et de mesures micrométriques, c'est aux auteurs à se contenter de seuls des nombres qu'il faut définitivement adopter, se contentant, quant à la grandeur des objets, de suffisantes approximations. Supposez que, par le *procédé de la double vue*, et

microscope, dont le grossissement préalable par des moyens si sagement conduites, je trouve 23 grains de fécule de massette pomme de terre  $\frac{1}{8}$ , ceux de châlimètre; et qu'un autre observateur microscope dont le grossissement si sagement déterminé, trouve la double vue, que les plus gros de massette ont  $\frac{1}{8}$ , ceux de  $\frac{1}{9}$ , ceux de châtaigne  $\frac{1}{11}$ , etc., mais ces nombres n'indiquera que l'usage des instruments, et n'affectent pas les rapports de grandeur de ces di-  
visures entre elles.

Dans toutes ces observations, nous ne pouvons nous dispenser de parler, et du microscope de Leuwenhoek, qui plaçait sur le porte-objet le sable de la mer, et appréciait à l'œil nu il faudrait d'objets microscopiques de ceux qu'il observait, pour cou-  
vrir le grain de sable; et de celui qui remplaçait les grains de sable par des alliquettes d'une grande ténuité, dont on mesurait l'épaisseur, en les enroulant au-  
tour d'un fil divisé, et comptant le nombre de divisions que renfermait une division; il égalait alors une fraction, dont le dé-  
nominateur formait le dénominateur. Car le grossissement ne diffère de celui de Leuwen-  
hoek que par la régularité de la mesure adop-  
tée, se retrouvant également dans les

grossissement de la double vue (496) est en lui-même celui auquel nous invitons les obser-  
vateurs, pourvu qu'ils aient soin de placer à laquelle la portée de leur vue soit placée. En conséquence, le grossissement du microscope ayant été déterminé, on sait que l'on pourra, la règle de la division distincte (\*), sup-  
pléer au grossissement de 100, et de l'œil nu à la règle soit de 20, et que l'image de l'objet qu'on observe par le tube ou la lentille simple du microscope, en se superposant sur la règle de l'œil nu, en couvrir 20 milli-

millimètres double, cette limite se trouve à peu près la même, lorsqu'on se sert du tube; mais si l'on se sert du microscope simple, il faut  
- TOME I.

mètres; en vertu de la formule  $g = \frac{I}{G}$ , la gran-  
deur réelle de l'objet sera de  $\frac{20}{100} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}$  de millimètre. Cet exemple suffira à indiquer le mé-  
canisme de ces opérations dont chacune, lors-  
qu'on en a contracté un peu l'habitude, ne coûte pas plus de quelques secondes.

#### INFLUENCE DE LA VALEUR DU MICROSCOPE SUR LE MÉRITE DES OBSERVATIONS.

511. Le jour qu'il eut trouvé le secret d'ajouter, à la puissance visuelle de son œil, la puissance d'une lentille réfringente, l'homme put espérer avec raison de pénétrer dans le domaine d'un rè-  
gne, qui jusque-là s'était soustrait à son observa-  
tion; le verre grossissant fut la boussole d'un nou-  
veau monde, dont la conquête, pour être sans périls, n'était pas à l'abri des hasards et des gran-  
des fatigues; mais enfin cette conquête était as-  
surée, et nul ne s'éleva d'abord pour en révoquer en doute la réalisation.

512. Il n'en fut plus de même, lorsque, dans son ambition trop progressive, la science crut pressentir, qu'en combinant entre elles plusieurs de ces lentilles, isolément si puissantes, elle par-  
viendrait tôt ou tard à reculer les limites de la puissance ampliative du microscope, dans la même proportion que la première invention avait reculé les limites de la vision distincte. C'était assimiler l'art qui perfectionne au hasard qui révèle; c'était prêter à l'application le génie d'une loi de la na-  
ture. Aussi bien des observateurs sont morts dans l'attente, et le messie de ces nouvelles révélations est encore à venir de nos jours. Ce qui fit, et ce qui fera longtemps encore, qu'après avoir essayé des combinaisons de verre de la plus habile com-  
plication, et de la puissance ampliative la plus exa-  
gérée, les Leuwenhoek et les Swammerdam re-  
tournèrent avec prédilection à la petite lentille simple, et achevèrent leurs grands travaux avec ce naïf appareil.

513. De nos jours, je veux parler d'u-  
ne d'années françaises, les mêmes prédi-  
cations amenèrent les mêmes déceptions; l'Académie en masse sembla à plusieurs  
lancer l'anathème sur

tourner la platine en del  
la règle à volonté : c'est  
la douille de la tige a été

un pauvre instrument, l'opinion publique en masse ne tarda pas à réduire à leur juste valeur, les observations obtenues à l'aide des plus riches microscopes ; elle s'aperçut que tout ce grand bruit, qui passait sur le compte de toute la société savante, ne partait pourtant en réalité que d'un tout petit coin de la salle ; sur toutes les autres banquettes, chacun se déclarant incompetent. Elle découvrit que, sur ceux qui en parlaient avec tant d'aplomb, un seul avait étudié les lois de l'optique, c'était un astronome ; et, chose étonnante, il débutait par dire qu'il *ne pouvait pas voir au microscope*, mais qu'il n'en était pas moins convaincu que des observations faites avec un *riche instrument* (c'était l'expression consacrée), devaient offrir une garantie de plus que les observations faites avec une simple loupe. Un autre jour, et ceci est consigné au procès-verbal (notre lettre qui y donna lieu et l'assertion de l'astronome), après qu'on eut achevé la lecture d'une lettre, dans laquelle nous rappelions aux physiiciens que la clarté des instruments d'optique était en raison inverse du nombre des verres qui entraient dans leur construction, vu que la déperdition des rayons lumineux par les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité, par les réflexions partielles, et par l'absorption du verre lui-même ; que cette déperdition, dis-je, était en raison du nombre de surfaces que la lumière avait à traverser ; l'astronome, à haute et intelligible voix, s'écria que ces assertions étaient opposées aux premières notions d'optique. A cela il n'y avait qu'une chose à répondre, c'était de livrer à la publicité la lettre et le commentaire ; c'est ce que nous ne manquâmes pas de faire, et ce n'est pas à nos dépens que cette lecture amusa l'astronome d'Édimbourg, Brewster. L'opinion publique élimina donc l'opinion de l'astronome en lui disant : « Puisque, à notre grand étonnement, vous vous déclarez incompetent, récusiez-vous. » Quant aux autres collègues, qui se gardaient bien de faire un pareil aveu, mais qui n'en mettaient pas moins leur opinion sous l'égide du nom et de la haute autorité, laquelle déclinait sa compétence ; quant à ceux-là, on ne tarda pas à savoir que, novices dans l'art de bien voir, quoiqu'ils eussent souvent auparavant regardé au microscope, ils se glissaient chaque jour, en habit bourgeois, et d'un pas fort timide, chez un simple amateur qui leur donnait des leçons, et qui n'avait pas grandement à se féliciter des progrès de ses illustres élèves (\*). Enfin on découvrit

que, dans tout cet académique mouvement, il y avait plus de colère que de bonne foi, plus de partialité que d'impartialité ; que la plupart étaient en cela pour défendre leurs œuvres et leurs enfants ; quelques palinodies seules obligées (\*\*) complétèrent, au sein de même, l'effet de ces impressions ; et l'on tourna, une bonne fois pour toutes, le dos au puit de corps, qui jeta de côté, dès ce moment, les armes qu'on avoue.

514. Il resta démontré que, dans l'application de la science industrielle, il n'était pas d'observation microscopique qu'on ne pût faire avec une simple lentille à court foyer ; que les riches microscopes n'avaient, sur les modestes, d'autres avantages réels que ceux qui ne naissent au profit de l'observateur : l'élégance des formes, la facilité des mouvements et la simplicité, toutes choses dont l'usage est moins fatigant, toutes choses dont l'usage est l'amour du travail peuvent diminuer de l'importance ; et l'on sait que ces deux qualités ne manquent pas à celui qui n'a pas aperçu que l'élégance d'un instrument est quelquefois un obstacle à la précision ; que les instruments sont faits pour être vus et non maniés ; et qu'en fait de constructions, les formes simples sont durables comme les formes d'une grande machine, car, au lieu de s'altérer, elles ne font que se perfectionner en s'usant. Or une fois que cette simplicité de voir se fut accréditée, le microscope ne tarda pas à devenir un instrument indispensable au laboratoire, et même dans l'atelier ; et la preuve la plus irrécusable.

515. Nous rencontrâmes un mécanicien partageant notre pressentiment, et comme nous savions mieux que la plupart de ses confrères que ce qu'on peut faire de grands profits en se servant de la portée de toutes les bourses, consentit au prix de 30 francs, un microscope simple que nous lui donnâmes le dessin. A cette époque, le microscope ne se vendait pas en France plus de dix mille francs par an ; or ce petit instrument se popularisa tellement en France et à l'étranger, que bientôt les fabriciens et ses contrefacteurs ne purent plus satisfaire aux demandes. Deuil en est aujourd'hui ; la soixante-dixième douzaine, c'est-à-dire à peine un microscope ; le nombre vendu par la compagnie est arrivé à un chiffre au moins aussi élevé que celui qui, indépendamment des accessoires que l'on ne manque presque jamais de se procurer, est le plus cher, et dont le prix s'élève souvent

(\*) Voy. *Essai de chimie microscopique appliquée à la physiologie*, 1830, p. 3.

(\*\*) Voy. *Annal. des sc. d'obs.*, tome I, p. 238 et IV, p. 313.

du microscope même, chiffre, dis-je, qui a une valeur de 50,000 francs environ, la circulation dans l'espace d'un petit nombre. C'est ainsi que l'opinion répondit au vouloir de la puissance occulte et de la science académique, toujours dévouée à la première microscope, objet jusque-là de fantaisie d'ignorance, avait pris rang parmi les instruments de précision ; et, en se dépouillant de tout, faisait l'apanage exclusif des hommes de science. La fabrication était tout à coup devenue très intéressante de commerce.

Les documents historiques ne laissent pas ignorer une utilité scientifique, quoiqu'ils offrent au premier coup d'œil, un caractère personnel. Dans l'état de notre inqualifiable civilisation, les difficultés que l'on rencontre dans la science, viennent encore plus des choses que des hommes ; du reste, ce préambule a peu préparé le lecteur à l'intelligence des choses suivantes, dont nous ferons ensuite mention à chaque genre de microscope.

Les rayons lumineux qui émanent de l'objet, en traversant une lentille réfringente, subissent quatre déperditions différentes : deux proviennent des aberrations de sphéricité et de chromaticité (404), une troisième qui est due à la réfraction même du milieu réfringent ; la quatrième, enfin, est causée par la réflexion ; car les rayons arrivent, sous un angle d'environ  $22^\circ$ , et sont réfléchis en dedans par la surface que tous les rayons traversent. Plus le verre a d'épaisseur, et plus est grande la puissance de la troisième cause ; plus la lentille a de courbure, et plus est grande celle des deux premières. Mais toutes ces causes ne sauraient se réaliser, sans nuire à la pureté de l'image, qui en est d'autant moins parfaite et sans altérer la pureté des contours, qui sont tronqués d'autant. Donc la pureté des images sera en raison inverse du nombre des lentilles qui entreront dans la composition de l'instrument. Donc, toutes choses égales, une lentille simple sera, sous ce rapport, préférable à la combinaison l'usage de plusieurs lentilles ensemble. Et pour convaincre de la vérité de cette proposition, il suffit d'observer, dans les mêmes circonstances, le même objet à une lentille simple, et au microscope composé (479) correspondant du microscope simple, l'image s'offrira avec des contours fortement accusés, une lumière vive, des détails distincts, avec une

surface enfin harmonisée ; au microscope composé, au contraire, les contours s'offriront vagues ou cotonneux, la lumière indécise, les détails effacés ou lavés, et la surface accidentée ou interrompue.

518. Or, ces avantages de la lentille simple sont tels, que souvent le grossissement le plus fort du microscope composé ne saurait leur servir de compensation ; la puissance ampliative, en effet, en grossissant l'image, doit nécessairement en grossir les défauts dans la même proportion. Ainsi, dans l'état actuel de l'optique, plus je chercherai à voir un objet grand, plus je parviendrai à le voir obscur et difforme ; or, dès lors, que m'importe que vous transformiez mes pygmées en géants, si vous les estropiez ? que m'importe enfin que vous me montriez des géants, si je ne puis les distinguer que dans l'ombre ? je préfère contempler un ciron fortement éclairé. Il est des gens novices dans l'art d'observer, qui ressemblent assez à ces gens novices dans l'art de bien vivre, lesquels se prennent à penser qu'on se nourrit d'autant plus qu'on mange davantage, et qui ne se détrompent qu'à la faveur d'une belle indigestion ; de même, nos observateurs gloutons ne croient jamais si bien voir que lorsqu'on leur montre l'objet sur une large surface ; ces gens-là mesurent la vérité à la toise, et ne se réconcilient, avec les petits objets, qu'à la condition que le microscope les leur dessinera à la fresque, sur la muraille de leur appartement. Ils donnent la main à un autre genre d'observateurs, lesquels ne procéderaient à la moindre réaction qu'avec plusieurs livres de substance, et qui ont horreur de tout vase réduit aux proportions du verre de montre, comme d'un ustensile indigne d'un esprit large et élevé. C'est pour suffire aux immenses travaux de ces observateurs qu'ont été inventés les cumuls et les bénéfices ; ce sont eux à qui les opticiens hommes d'esprit, ont l'habitude de désigner le grossissement en surface et non en diamètre, et à qui ils disent : « Ce microscope grossit 90,000 fois (ce qui est vrai de la surface), et non pas 300 fois (ce qui est le même grossissement, mais seulement en diamètre.) » Enfin ce sont eux pour qui le microscope solaire, et à son défaut le microscope à gaz est l'instrument le plus parfait d'optique, parce que sa puissance ampliative ne reconnaît d'autres limites que le mur de la salle de spectacle, sur lequel le vibrion de la farine apparaît avec les dimensions du plus grand des serpents *Boa*, et d'un serpent couvert d'écailles colorées, quand, faute d'un jour suffisant, il n'apparaît pas noir, comme si l'illustre animal venait de sortir de la boue. Ne détruisez

pas l'illusion de cet ami de la fantasmagorie; gardez-vous bien de démontrer à ce spectateur que ces écailles dorées sont un mensonge du verre, qui n'a pas été achromatisé, ou un mensonge de l'objet lui-même, lequel a décomposé, par la structure de son tissu, et tout autant que le verre, les rayons lumineux qui l'éclairent en le traversant; ne lui dites pas que ce n'est rien voir que de voir tout noir; et que toute cette puissance, dont il admire les magiques effets, se réduit à agrandir des contours, ce qui n'ajoute rien de plus à la forme générale, que l'on apercevait tout aussi bien et avec tous ses caractères sous de moindres dimensions; respectez le bonheur, alors même qu'il est tout imaginaire, ou plutôt qui n'est peut-être jamais qu'imaginaire. Mais n'oubliez pas de faire la part de chaque chose. Souvenez-vous qu'une fois qu'on s'écarte du foyer de la lentille, il n'existe presque pas de limite réelle au grossissement de l'objet (457); qu'ainsi le microscope solaire, qui est fondé sur ce principe, est un joli amusement physique; mais que, lorsqu'il s'agit d'observer et non de s'amuser, un microscope ordinaire vaut mieux; car la dimension sans la netteté n'est qu'un obstacle de plus à la vision distincte.

519. Jusqu'à présent, en dépit des calculs du physicien et des efforts et des tâtonnements bien préférables de l'artiste, le plus fort grossissement obtenu, d'une manière nette, aux microscopes éclairés par la lumière diffuse, n'a pas dépassé deux mille diamètres. Mais vraiment à ce point je ne sais pas ce que l'on pourrait distinguer; aussi les opticiens qui font sonner le plus haut la puissance de leurs grossissements, se gardent-ils bien de rien montrer à leurs chalands avec cette combinaison de verres; ils mentionnent le fait, mais se hâtent de placer leur microscope au modeste grossissement de deux à trois cents fois; car, à cinq cents, la vue commence à éprouver de la fatigue. Pour moi, qui ai comparé entre eux les microscopes les plus vantés, je puis déclarer qu'au-dessus de trois cents fois, aucun d'eux ne saurait offrir un avantage incontestable. Cependant, admettons qu'au grossissement de mille diamètres, l'observation puisse en tirer un parti utile, et voyons dans quel rapport ce genre d'utilité sera à l'égard du plus fort grossissement d'une lentille simple. Une bonne lentille simple, d'un foyer d'un millimètre, peut grossir, selon les vues, 180 fois; les lentilles ordinaires, d'un foyer un peu plus long, grossissent ordinairement 150 fois; en nous tenant à ce dernier chiffre, le rapport du grossissement simple au grossissement composé serait

$:: 150 : 1000$ , ou  $:: 1 : 6,6$ ; c'est-à-dire que la lentille simple ayant transmis à l'œil une image distincte, et susceptible d'être dessinée, ce microscope composé agrandirait 6 fois la dimension de cette image. Le microscope composé n'aura sur la lentille simple, d'autre avantage que d'une loupe, qui grossirait 6 fois environ d'un objet, que je distinguerais parfaitement à la vue simple. L'avantage, comme on n'est pas si exorbitant qu'il le semblait d'abord; et nous avons raisonné, en supposant que l'image fût aussi nette au grossissement 1,000 fois qu'à celui de 150, ce que nous avons démontré n'être pas (517), et ce que l'observation directe démontre d'une manière plus irrécusable encore. Or, si je vois moins clair, je vois mieux; et quelque grande que soit l'image transmise, elle ne saurait équivaloir à une image plus distincte observée sous de moindres dimensions.

520. Je ne sache pas de microscope dont je n'aie pu me servir au-dessus de 500 fois, si ce n'est dans quelques circonstances extraordinaires. Le rapport du grossissement de la lentille simple à celui de ce grossissement composé est  $:: 150 : 1000$  ou  $:: 1 : 6,6$ , grossissement qu'à égalité de diamètre une lentille de tourmaline ou de diamant ne saurait me fournir (415).

521. Non pas qu'à un grossissement plus grand, on ne distingue quelques détails plus qu'à l'autre; non pas qu'alors qu'on observe un objet déterminé, on ne gagne rien à servir du grossissement supérieur; la proposition contraire serait absurde; et si tous les objets de même nature, si tous les organes de même fonction affectaient des dimensions invariables, la supériorité du grossissement devrait être regardée comme une qualité, dont rien ne pourrait parer l'absence, même alors qu'elle s'ajoute au faible rapport que nous avons signalé ci-dessus. Mais il n'en est rien moins qu'ainsi dans la nature et surtout dans la nature organisée. En effet, les dimensions d'un organe varient selon les individus du même genre, selon les individus de même espèce, et même selon l'âge du même individu; ils varient dans une latitude très-grande pour un organe qui, dans telle espèce, ne dépasse pas un millimètre, et qui partant aurait besoin d'être grossi à un grossissement de 2,000 diamètres, pour que son image apparût avec un diamètre de 4 millimètres; se trouve dans telle autre espèce, ou à telle époque de la maturation de l'individu, avoir at-



œil de  $\frac{1}{8}$  de millimètre ; en sorte qu'avec grossissement de 100 fois, son image sur une longueur de 12 millimètres enque, sans augmenter la puissance aimicroscope, et partant sans craindre de la clarté et d'altérer la netteté de l'ivoit alors cet organe trois fois plus on ne verrait les autres, au grossissement, 1,000 fois, s'il était possible de réaliser une manière heureuse.

Où il suit que les grossissements supérieurs utiles, mais non indispensables à l'exploration de l'organisation ; et que l'observateur perd jamais à attendre de l'occasion, ce qui refuse l'infériorité du grossissement de son œil.

Mais si le microscope composé n'est pas indispensable, il faut avouer que, dans un grand nombre de cas, son emploi offre des genres d'utilité, qui ne laissent pas que d'être grand prix aux yeux de l'observateur, que ceux qui ont assez de fortune pour acheter de ces instruments de prix, gagnent à utiliser les avantages ; mais que l'observateur riche en patience et en dévouement qu'en ennuyantes, ne perd qu'un peu plus de temps s'en passant.

° Le microscope composé, agrandissant de la vision (442), tout en grossissant les fatigues, moins que la lentille simple, la gêne l'observateur. Car habitués que nous sommes à surer l'horizon d'un seul coup d'œil, ce qui par une série de pénibles efforts, que nous ne l'organe qui nous fait voir, à la fois, que réclame l'emploi de la lentille simple, dominant, l'habitude d'observer à la même distance, nous fait par façonner l'œil à cet inconvénient, qu'après quelque temps on ne s'en aperçoit guère. Voilà bientôt près de quinze ans que j'observe au microscope simple autant qu'au microscope composé, et je possède encore une vue nette.

° Le microscope composé allonge le foyer, et d'observer à une distance huit fois plus que le même corps, au même grossissement de la plus forte lentille du microscope. Cet avantage précieux pour les manipulations anatomiques et de la chimie microscopique. Je ne parlerai pas de l'achromatisme des lentilles qui rentrent dans les combinaisons du microscope composé. Car en vérité je ne saurais

avouer que le système le plus parfait de lentilles achromatiques, puisse jamais être aussi achromatique qu'une simple lentille de verre de  $\frac{1}{2}$  ligne de foyer. J'ai toujours remarqué quelques irisations aux meilleurs microscopes achromatiques ; j'en ai rarement vu de bien déterminées à la lentille simple, lorsque j'observe par la lumière des nuages.

526. En résumé, l'avantage du microscope composé, tant exagérée par le charlatanisme de l'observateur et par le savoir-faire du fabricant, se réduit à la valeur d'une incontestable utilité, mais ne saurait jamais être considéré comme étant d'une indispensable nécessité. Et n'oubliez jamais que quiconque vous tiendra un autre langage, a pour but de capter votre crédulité ou votre argent ; refusez la première au savant Crésus, ne donnez l'autre au fabricant qu'en connaissance de cause ; vous êtes maintenant en état de savoir ce que vous achetez, en achetant un microscope. Il est une chose que le fils du riche, avec tout l'or de sa bourse, ne saurait jamais acheter, si elle lui manque : c'est la rectitude de l'esprit, que l'on apporte en venant au monde, et qu'on n'acquiert plus après ; et cette qualité, si vous la possédez une bonne fois, vous tiendra lieu des plus riches perfectionnements, dont se targuent les autres, sans profit pour la science, mais au grand profit des marchands.

527. Dès l'instant que nos premières publications eurent introduit le microscope dans le laboratoire, et je dirai même dans les usines, la monture de l'instrument, qui jusque-là n'avait été qu'un accessoire, en est devenue presque le principal ; et une foule de riches microscopes ne tardèrent pas, sous ce rapport, d'être relégués dans l'arsenal des cabinets de physique, comme des objets d'art beaucoup plus curieux qu'utiles. Nous allons évaluer l'avantage d'une bonne monture, en passant en revue les principales modifications qu'on a apportées à la construction du microscope.

#### REVUE CRITIQUE DES DIVERS MICROSCOPES.

528. Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a fondé des espérances exagérées, sur les résultats que promettait à l'observation l'emploi d'un microscope d'une nouvelle structure ; et ce n'est pas d'aujourd'hui non plus que l'observateur qui ne redoutait pas la critique, a cherché à placer ses observations sous la garantie de son bel instrument ; ce n'est pas

d'aujourd'hui enfin que les candidats et les protégés se sont plu à désigner, sous le nom de *belles observations*, les observations faites par les parvenus et les protecteurs, à l'aide de ce qu'on appelait un *beau*, un *riche microscope*. Nous en étions encore alors au temps où l'habit embellissait la personne; nous en sommes venus heureusement à une époque où la personne fait oublier l'habit, et où rien n'est beau comme le vrai.

529. Il était sans doute flatteur pour le riche, de penser que la richesse d'un instrument fût une si grande puissance: il était encore plus flatteur pour l'homme de loisir, de penser qu'à la faveur d'un riche instrument, on fût capable de trouver de belles choses au prix de si peu de fatigue et de travail; car si l'homme est avide de savoir, en général il n'aime pas à se donner beaucoup de peine pour apprendre. Mais jusqu'à présent le secret des découvertes faciles nous a échappé; et les épines qu'on arrache du sentier qui conduit à une vérité, vont repousser par milliers sur le sentier qui conduit à la vérité suivante. Mes pauvres riches, que je vous plains! la vérité n'est pas comme la fortune, elle n'arrive jamais en dormant; et nous nous en félicitons; dormir ce n'est pas vivre, car ce n'est pas penser.

530. Il n'y a pas encore longtemps que le microscope de Dellebarre jouissait d'une célébrité non contestée. A sa première annonce, chacun se promit de nouvelles merveilles; mais quand on voulut y mettre l'œil, on fut porté à croire que, pour faire usage de ce riche instrument, il fallait un art tout particulier que le constructeur ne livrait pas dans la vente; car à certains grossissements, fort ordinaires du reste, il devenait impossible de rien distinguer, même par un beau jour; et on en concevra facilement la raison (451), quand on saura que dans le principe, le système optique de l'instrument se composait de cinq verres oculaires, et de cinq lentilles objectives, dont pas une seule n'était achromatisée; et que ces lentilles étaient susceptibles de s'associer d'abord en quarante combinaisons, et enfin en quatre seulement, ce qui n'en rendit pas la vision plus distincte. Aussi ce microscope, que son auteur avait intitulé *universel* en 1777, finit par ne plus servir à personne, même après les modifications qu'il lui apporta en 1796.

531. Plus tard vint, entre autres instruments, le *beau* microscope d'Adams, lequel eut le privilège ordinaire de communiquer son épithète et sa

vogue à bien des observations, qu'on a rayé du catalogue de la science.

532. Les deux microscopes horizontaux détrônèrent celui d'Adams en 1823. Quand un microscope horizontal catoptrique de cet a difficulté de le construire empêcha de l'on l'aurait payé trop cher, pour en retirer d'avantages; nous en avons manié un construit par un de nos plus habiles opticiens, Jéker, dont le plus fort grossissement ne pas au-dessus de 40 diamètres. Le microscope n'était pas achromatisé, dans le si ce n'est dans quelques-uns de ces instruments par l'emploi de sept lentilles de même v cées à la suite les unes des autres, ce qui d'une exécution facile ni d'un effet heureux la netteté de l'image. Mais déjà par cela cet habile physicien avait fourni au moyen d'observer assis des objets déposés à l'ordinaire, sur un porte-objet horizontal savants académiques prédirent des découvertes nombreuses et d'une portée immense, à auraient à leur disposition, pour observation, un microscope de si haut prix.

533. Sur ces entrefaites, Selligie, modeste hardi mécanicien, ne reculant pas devant l'application qu'Euler avait entrevue, mais personne n'avait osé tenter, Selligie parvint à achromatiser des objectifs d'un petit diamètre pour construire un bon microscope achromatisé. Ce nouveau programme des merveilles que celui-ci allait révéler au monde, et qu'un autre microscope n'aurait jamais pu aborder; et le microscope d'Amici fut détrôné, jusqu'à ce que le physicien italien eut adopté l'achromatisme des lentilles de Selligie, dans la construction d'un microscope horizontal. Grâce à la dextérité des fabricants de verre, on est parvenu à achever aujourd'hui des lentilles d'un moindre diamètre et d'une forte courbure; mais c'est là, sous le rapport optique, que se sont arrêtés les perfectionnements; on ne s'est attaché qu'à modifier la forme. Ainsi quand vous lirez dans les petits bulletins note présentés à la publicité des séances publiques de l'Académie des sciences: « ces observations ont été faites avec le *beau microscope* tel fabricant (qui est toujours un fabricant protégé par l'Académie), » vous n'attacherez pas un protocole obligé, d'autre sens que celui du microscope dont la monture sort des ateliers du fabricant plutôt que de tel autre; et vous

demander à l'auteur, qu'il soit, dans ses  
ions, aussi beau que son microscope.  
ous le rapport de la forme générale, on  
deux sortes de microscopes : le *micro-*  
*horizontal* et le *microscope vertical*.

**MICROSCOPE HORIZONTAL** (pl. 5, fig. 14). Nous  
it que c'est Amici qui en a donné la pre-  
ée, en introduisant, dans la structure du  
ope, la réflexion du prisme, dont Newton  
usage, dans la construction des télesco-  
figure 14, toute réduite qu'elle est, suffira  
faire comprendre le principe et le méca-

Soit, en effet, la construction représentée  
g. 14, pl. 5 ; la platine (*pl*) du porte-objet  
rizontale et susceptible de descendre et  
ler, au moyen d'une crémaillère, contre  
*tg*), contre laquelle glisse à son tour le  
de réfraction (*m*). Pour que les rayons  
d'un corps éclairé, sur le porte-objet (*pl*),  
miroir (*m*), puissent arriver à l'oculaire  
faudra nécessairement qu'ils se coudent à  
roit. On obtiendra ce résultat par le prisme  
droit (*pr*), placé perpendiculairement au-  
de l'objectif (*ob*), et l'hypoténuse (*hy*)  
vers l'oculaire (*oc*). Les rayons, en effet,  
s par la lentille objective, qui arriveront  
lucidairement sur la surface inférieure du  
(*pr*), la traverseront sans subir la moindre  
on, et tombant sur l'hypoténuse (*hy*)  
angle d'incidence de  $45^\circ$ , ils en seront ré-  
ous un angle égal (385), c'est-à-dire qu'ils  
eront à angle droit, traverseront la sur-  
trale du prisme sans subir aucune dévia-  
arriveront à l'oculaire (*oc*), comme s'ils  
nt pas rencontré le prisme sur leur pas-  
t que le microscope eût été horizontal ; la  
des rayons lumineux est indiquée par des  
sur la figure. Si donc l'œil de l'observa-  
place en (*o*) (\*), il apercevra l'objet aussi  
lement que si le microscope était vertical ;  
le verra sur un champ vertical, l'hypoté-  
u prisme faisant l'office de miroir, et les  
étant toujours vus dans le prolongement du  
qui arrive directement à notre œil (386).

En conséquence, le mécanisme de ce mi-  
pe permettra à l'observateur d'étudier les  
, assis et comme à travers un porte-vue,  
que pourtant ils seront disposés sur un

porte-objet horizontal. C'est là l'unique avan-  
tage de sa spécialité ; cherchons à en évaluer  
l'importance, en supposant pour un moment que,  
dans l'application, la présence du prisme soit  
aussi peu nuisible à la netteté de la vision, que  
nous l'avons admis en théorie.

538. On peut également observer les objets  
assis, en se servant du microscope ordinaire et  
sans prisme. Remplacez, en effet, dans celui de  
la fig. 14, l'appareil coudé (*cd*), qui supporte à  
la fois et les objectifs et le prisme, par le cône  
seul de l'objectif, qui se vissera dans l'axe du  
tube (*tu*). Amenez ce tube à la verticale, en le  
faisant tourner sur la charnière (*ch*) ; le tube sera  
perpendiculaire au porte-objet (*pl*). Faites tour-  
ner alors toute la monture, que supporte la tige  
(*tg*), sur la charnière (*ch'*), qui la joint à la tige  
principale (*tg'*), et la tige (*tg*) viendra prendre  
l'horizontale comme le tube. Il ne s'agira plus dès  
lors que de diriger la lumière latéralement sur la  
platine (*pl*), avec le miroir (*m*), pour rendre  
l'objet visible horizontalement, comme dans le  
microscope à prisme. Mais la platine étant per-  
pendiculaire à l'horizon, les liquides entraîne-  
ront l'objet en bas, et l'œil ne les apercevra que  
dans leur fuite, tandis que, sur la platine horizon-  
tale du microscope à prisme, ils restent en place  
au gré de l'observateur. Cet inconvénient n'aurait  
pas lieu, si l'on avait soin de fixer l'objet contre  
le verre, au moyen d'un lut transparent, d'une  
larme de gomme arabique sirupeuse. L'inconvé-  
nient se borne donc au cas où l'on a à observer  
des liquides ; mais on peut le faire disparaître, en  
emprisonnant le liquide dans la cavité de l'un des  
*porte-objets à réactifs* (fig. 8, 9, 10, pl. 5). Car,  
une fois que les deux lames en verre (486) sont exac-  
tement appliquées ensemble, l'objet pourra se dé-  
placer selon les positions que l'on donnera aux  
lames ; mais on ne le perdra jamais de vue, et il  
ne changera plus, quand une fois il aura été sur-  
pris au repos. Au *microscope sans prisme*, nous  
pourrons donc dès lors l'observer horizontalement  
et en nous tenant assis, aussi bien qu'au *micro-*  
*scope à prisme*. Celui-ci donc, en dernière ana-  
lyse, ne l'emportera sur l'autre qu'en amenant plus  
vite au repos l'objet observé, et en dispensant de  
l'emploi des porte-objets à réactifs, pour chaque  
observation que l'on désire effectuer assis et les  
coudes appuyés sur la table.

539. Or, est-ce là un de ces privilèges qui con-  
stituent une réelle supériorité ? Ce serait sans  
doute un immense avantage que de n'avoir pas à  
bouger de son fauteuil, alors qu'il s'agit d'observer

\* nous supposons que l'on a enlevé la *camera lucida* (*cm*),  
la figure, s'applique par son anneau (*an*) contre le  
microscope.

la nature; et sous ce rapport, nous concevriions un instrument supérieur à tous les autres; ce serait celui qui non-seulement permettrait à l'homme de loisir de voir sans bouger de place, mais encore lui apporterait les objets à voir et les disséquerait mécaniquement, pour lui épargner la peine d'une dissection minutieuse. Mais malheureusement la moindre observation exige que l'observateur se dérange, surtout depuis que la méthode d'observer ne consiste plus à voir et à dessiner, et que le microscope est devenu un instrument de laboratoire. Que m'importe donc que vous me procuriez l'avantage de voir assis, lorsque la méthode exige que je quitte tant de fois ma chaise? On nous objectera que cette position est moins fatigante pour la poitrine; que l'on souffre beaucoup à observer les objets verticalement et la tête penchée sur l'oculaire. Nous répondrons que cette fatigue disparaît, lorsqu'on a soin de disposer l'instrument, de manière que l'oculaire se trouve à la hauteur de l'œil; car il suffit d'incliner la tête pour voir, et la poitrine n'éprouve aucune gêne. Nous ajouterons que la poitrine a beaucoup plus à souffrir de l'observation horizontale que de l'observation verticale, lorsque le microscope est placé sur une table ordinaire et à une hauteur convenable aux mouvements des mains. Dans cette position, en effet, les vertèbres cervicales se trouvent fléchies en avant, l'occiput et le larynx en arrière, et l'on ne tarde pas à éprouver une gêne pénible dans toutes les régions du corps. Que si on élève assez le support pour que l'oculaire arrive à la hauteur que réclame la vision face à face, dès lors le porte-objet se trouve trop élevé pour l'usage libre des mains, et aujourd'hui cet inconvénient est d'une gravité non moindre que l'autre; car aujourd'hui on ne doit plus se contenter de voir et de dessiner, mais il faut manipuler.

540. Voulez-vous manipuler? vous vous fatiguez la poitrine. Voulez-vous éviter cette fatigue? il faut renoncer à manipuler. Travailleurs, laissez donc aux hommes de loisir le soin de prôner cet avantage.

541. Nous venons pourtant là de faire une concession dont il faut beaucoup rabattre, si l'on désire rester dans le vrai. A quelque hauteur que l'on place le microscope horizontal, on n'aura jamais autant de facilité, à manipuler sur le porte-objet, qu'au microscope vertical; les mains, en effet, étant beaucoup plus libres dans tous leurs

mouvements, lorsqu'elles peuvent opérer à leur de la ceinture, que lorsqu'on est obligé de tenir à la hauteur des yeux. C'est un inconvénient dont ne s'aperçoivent pas ceux qui ne cherchent qu'à voir au microscope, mais qui ne réussissent à échapper à quiconque a besoin de disséquer un organe ou de diriger un réactif sur le point

542. Enfin, toutes choses égales d'ailleurs, le rapport de la netteté des images, le microscope à prisme est inférieur au microscope sans prisme. Dans le premier, les rayons lumineux avant d'arriver à l'oculaire, éprouvent quelques pertes de déperditions: trois par les trois miroirs qui sont bien loin de rester aussi fidèles à leur direction que nous l'avons établi plus haut; les rayons, qui rentrent dans la composition de l'image, ne marchent pas avec l'uniformité requise, mais sont déviés par la ligne ponctuée sur la 14<sup>e</sup> figure, forment un cône, un faisceau, et partant pénètrent et sortent sous différents angles (394). L'oculaire n'est pas seulement un miroir, c'est une surface transparente et qui ne réfléchit pas les rayons; enfin la substance du prisme absorbe un certain nombre. *Toutes choses d'ailleurs* (\*), c'est-à-dire en se servant, pour la construction du microscope à prisme et du microscope sans prisme, des mêmes lentilles objectives et oculaires; par le fait seul du prisme, le microscope doit être plus net et plus pure que le premier; et il est des détails très-visibles à l'un qui disparaissent à celui-ci.

543. Remarquez surtout que le microscope à prisme n'a rien à la puissance ampliative de l'instrument sans prisme dont sa présence diminue la clarté; en sorte que, résumé, le seul avantage de cet instrument est de pouvoir observer horizontalement et de ne pas être placé sur une platine horizontale. Lors de la lecture de ce mémoire, même académique, que les observations présentées ont été faites avec un *beau microscope horizontal d'Amici*, les rôles sacramentelles devront vous faire croire que l'auteur est une de ces bonnes du charlatanisme des opticiens, qui veut à tout prix se trouver de meilleures dupes parmi ses lecteurs, se servant d'un mot, dont il suppose qu'ils ignorent la valeur.

544. En conséquence de toutes ces propositions que nous avons eu soin d'établir en con-  
de cause, nous avons donné la préférence au microscope vertical, en tout ce qui concerne

(\*) C'est ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, dans la comparaison des microscopes. Les opticiens, en effet, ont grand soin de ne se servir que de faibles grossissements, quand ils

veulent démontrer à l'acheteur le mérite de leur instrument et sa supériorité sur tel ou tel autre du même genre.

rhode; car nous avons pensé que le r gagnait à observer debout, et que ir d'observer assis ne peut profiter qu'à e, au *bel far niente* de l'homme de loi-

ependant, comme nous ne sommes rien e des hommes à catégories; que nous ne as exclure de nos rangs le riche de bonne nous avons toujours invité les fabricants la modification de l'*horizontalité* aux s du microscope vertical, en brisant la instrument; au moyen des *porte-objets ifs*, on remédiera à l'inconvénient qui de la verticalité de la platine (486).

MODIFICATIONS APPORTÉES DEPUIS QUELQUE LA MONTURE DES MICROSCOPES. Depuis que aut résolu le problème de l'achromatisme les objectives d'un petit diamètre, la dex- nos fabricants de verre a poussé le tra- s petits appareils à un degré de perfec- n n'aurait jamais pu prévoir d'avance; pouvons dire aujourd'hui que, sous le lu système optique, nul opticien ne peut d'avoir le privilège exclusif de fournir ts instruments. Avec un peu d'attention gère surveillance, il n'est personne qui obtenir, de nos *tailleurs de verre*, des sons excellentes et de toutes les espèces ssement. La supériorité d'un microscope ne tout entière aujourd'hui dans la mon- c'est ce qu'ont compris les inventeurs, la publication du *Nouveau système de rganique*, alors qu'ils ont vu un micro- pte et de la plus grande simplicité, obte- ogue qui a fait perdre de vue les instru- plus riches.

est donc uniquement la monture qui fait ie ou l'utilité d'un microscope. Un micro- he est donc celui dont les pièces ont été s avec un tel fini, et dont les mouve- exécutent au moyen d'accessoires si déli- ; dans la crainte de ternir tant d'éclat ou ger une si admirable machine, on se voit le placer sous verre, pour le montrer de ns un cours de physique, aux regards s des spectateurs. Ce n'est pas assez de nes pour se procurer une telle merveille, i pense que, pour la confection d'une tille de diamant, la munificence de l'In- ait une prime de 2,000 francs. Cependant, sortes de cas, il serait bon d'exiger du qu'il se montrât aussi généreux envers

ses ouvriers, à qui revient toute la gloire de cette œuvre, que l'on s'est montré munifique envers lui.

548. Mais qu'on se garde bien, par cet encourage- ment accordé aux arts, d'aller décourager l'industrie qui ne dépense guère, et l'étudiant qui ne peut rien dépenser; qu'on ne fasse pas enten- dre qu'avec le secours seul de ces instruments de luxe, il est possible de découvrir les phénomènes de la nature microscopique, et qu'on ne doit es- pérer de faire de belles observations qu'à l'aide de ces beaux appareils; car alors nous serions forcé de passer en revue TOUTES LES MILLE BÉVUES, dont ces merveilles de l'art ont été, je ne dis pas les complices, mais du moins les instruments, ce qui dépasserait les bornes de cet ouvrage, sans trop amuser nos lecteurs.

549. Le microscope qui s'est annoncé, dans ces derniers temps, avec le moins de prétention, et qui a le mieux tenu ses promesses, sous le rap- port du système optique, est certainement celui de Georges et Trécourt. Le grossissement n'en dépassait pas 300 fois, et les images étaient ren- dues avec une grande pureté. Mais sa monture en chapelle le condamnait à ne servir qu'à la curio- sité; et la manipulation commandée par la nou- velle méthode ne pouvait en tirer un bien grand parti. Aussi n'ont-ils pas tardé à reconnaître cet inconvénient, en apportant à la monture une mo- dification qui ne nous paraît pas plus heureuse; ils ont attaché, cette fois, trop d'importance à un avantage qu'on peut, à tous les microscopes, réaliser à moins de frais. Ayant remarqué que les ombres de l'objet observé changeaient de côté avec le mouvement de la lumière diurne, qu'à la même place le même objet se trouvait, le soir, éclairé d'une manière différente que le matin, ils ont construit une platine qui tourne sur son axe, de manière à présenter l'objet successivement sous tous les jours, sans qu'on le dérange de place, et sans toucher ni au miroir ni au corps de l'instrument. Le travail de cette pièce porte le microscope à un prix assez élevé, et malheureusement l'utilité n'en est rien moins que réelle; car, en tournant la tige du microscope double (pl. 5, fig. 1), on peut obtenir le même résultat en un instant, lorsqu'on juge que ce résultat est dans le cas d'offrir une certaine importance. Enfin cette importance est tout ima- ginaire; car on peut obtenir la même netteté de l'image sous tous les jours. La plupart des objets organisés se déforment assez vite pour qu'on doive renoncer à les trouver le soir, avec les accidents



qui les distinguaient le matin ; or, s'ils changent si vite d'aspect et de structure, quel si grand avantage y a-t-il à ce qu'ils soient dans les deux cas éclairés sous le même jour ?

550. Les fabricants attachent encore une importance moins méritée à l'usage d'une pièce qui ne laisse pas que d'être d'un prix élevé : c'est une *vis de rappel* destinée à amener la platine (*pl*, pl. 5, fig. 1) au foyer (493), par un mouvement doux et par un pas de vis d'une lenteur extrême. On a pensé sans doute, par ce moyen, mettre l'objectif à l'abri des accidents auxquels donne lieu le mouvement trop brusquement dirigé de la crémaillère. Mais, en vérité, ces sortes d'accidents n'arrivent qu'aux débutants, et la *vis de rappel* ne les en préservera pas. En effet, avant de faire fonctionner la vis de rappel, on est obligé d'amener le porte-objet à peu près au point, au moyen de la crémaillère ; or, quand ce point se trouve à une demi-ligne du foyer, on conçoit qu'on puisse le dépasser et toucher la lentille par le moindre effort qu'on ne surveille pas. Que si le foyer est à une plus grande distance, la *vis de rappel* n'apporte qu'une perte de temps de plus ; car, avec deux ou trois petits tâtonnements, une fois qu'on a contracté les premières habitudes de l'instrument, on amène l'objet à point par le mouvement de la crémaillère, ce qu'on n'obtient qu'à force de tourner avec la *vis de rappel* ; or, à force de perdre patience, on finit par perdre tout à fait son observation. Nous avons donc proscrit entièrement ce raffinement de procédé, comme ne pouvant que nuire à la marche d'une manipulation microscopique.

551. Il nous reste à parler d'une dernière pièce, dont on a vanté beaucoup l'application au microscope : de la CHAMBRE CLAIRE, que l'observation précieuse a toujours grand soin de désigner par *camera lucida*. Cet instrument est de l'invention de Wollaston, qui l'adaptait à une loupe ou à un microscope composé ; Amici en modifia la structure et en fit l'application à son microscope horizontal. Voici le principe sur lequel il se fonde : Si, lorsqu'on regarde directement, de haut en bas, une feuille de papier placée sur la table, on interpose, entre l'œil et le papier, une lame de verre inclinée sous un angle de  $45^\circ$ , on voit le paysage, qu'on a en face de soi, se peindre sur la surface du papier blanc ; on aperçoit en même temps le crayon qu'on promène sur ce papier ; en sorte qu'on peut calquer les détails du paysage, en suivant les contours des images, qui semblent se peindre aux yeux sur le papier blanc. C'est un effet

de la réflexion des rayons, opérée par verre à angle droit, rayons que l'œil voit dans le prolongement du dernier qui est réfléchi et que, par conséquent, dans cette circonstance, il doit voir de haut en bas. Mais alors les images sont renversées ; pour les redresser, il faut la réflexion par deux lames, dont la première fasse, avec le rayon visuel vertical, un angle de  $22^\circ,5$ , et l'autre un angle de même avec le même rayon, et un angle obtus avec la seconde surface. Il faudrait avoir recours aux principes de l'optique, pour faire comprendre la nécessité d'obtenir cette double réflexion, d'un prisme solide, taillé de manière à produire les effets de ces deux angles par ses surfaces latérales. C'est un de ces prismes (*p*) monté dans l'appareil (*cm*, pl. 5, fig. 2) qui se fixe en glissant par son anneau (*a*) sur la surface du tube de l'oculaire (*oc*) du microscope horizontal. Supérieurement, la monture (*pr'*) est percée d'une ouverture, par laquelle s'applique l'œil de l'observateur (*o'*). L'œil renvoie en (*o'*) les rayons de l'image grandie du microscope ; et l'œil, qui les aperçoit dans le prolongement du rayon réfléchi (386), voit se peindre dans un champ circulaire éclairé il peut les suivre du crayon.

552. On a pensé que l'emploi de cet instrument, qui est susceptible d'offrir de grands avantages au paysagiste et au dessinateur, n'est pas bien plus utile encore à l'homme qui a la moindre idée de l'art du dessin ; en son faveur de la *camera lucida*, chacun, et même le plus maladroit, serait en état de dessiner exactement un microscope. Vous entendez, sans doute, quelle emphase les *savants de loisir* procurent à ce mot de *camera lucida*, qu'ils se sentent obligés de désigner sous le nom de chambre claire. Eh bien ! on trompait encore en ceci le pauvre travailleur ; et malheureusement rien n'est plus vrai que cette chose, qui est que rien, n'est sorti d'un cabinet de physique, ne saurait servir de l'art du dessin, et que la moindre trace de dessin linéaire vaut mille fois mieux que le dessin obtenu par la chambre claire, la plus claire qu'il soit possible d'obtenir. Car il s'en faut de beaucoup que l'œil puisse suivre les contours aussi exactement par le calque à la vitre, non-seulement à cause du tremblement de l'objet, du clignotement des paupières, mais surtout à cause que l'œil n'est jamais parfaite entre l'œil qui fixe et celui qui fixe le crayon ; en sorte qu'à tout instant on perd le fil du contour, que l'

rant ou sortant pour se remettre sur le nage, et qu'enfin, lorsqu'on retire son l'examiner de ses deux yeux, on croit un *specimen* grotesque du savoir-faire d'un griffonneur; que serait-ce, si l'on abordait les ombres, au lieu de se contempler le contour? Aussi il n'est pas un seul dessin à la *camera lucida* qu'on ait gravé à la gravure; on retrace tout en encre, comme si rien n'avait été fait. En général ces dessins ont la dimension, ainsi que ses principaux angles; pour se procurer ce petit avantage, il n'est que de l'appareil de la *camera lucida*. Par la double vue (496), on l'obtient vite, et, après un peu d'exercice, beaucoup plus exactement. Car, en plaçant sur la boîte du microscope une feuille de papier blanc, que l'on regarde avec l'œil gauche, en même temps que l'on regarde avec l'œil droit dans l'intérieur du tube du microscope, il arrive un instant où l'image se superpose au papier blanc, de manière que de la sorte on puisse en noter tous les détails et les contours. Nous reviendrons sur ce procédé, en nous occupant de l'art de dessiner au microscope; nous n'avons jamais servi que de celui-là, dans les dessins que nous avons publiés de notre temps, et dont, jusqu'à ce jour, malgré la médiocrité du monde, l'exactitude n'a jamais été méconnue. Méfiez-vous des observations des gens qui se contentent à les appuyer sur l'usage de la *camera lucida*; car, par ce seul fait, ils font preuve d'ignorance, en supposant qu'ils parlent de l'usage de la *camera lucida*. Préférez, en tout état de cause, votre patience et de votre amour du dessin à la riche *camera lucida*.

Un élève de l'École de médecine a eu l'idée d'appliquer au microscope simple la *camera lucida*, que, jusqu'alors, on n'avait adaptée au microscope composé, et il l'a fait avec beaucoup d'intelligence. Ce n'est pas sa faute si le microscope simple ne fournit pas des dessins aussi heureux à l'un qu'à l'autre instru-

ment. Les mathématiques, physiques et chimiques, que l'emploi de cet instrument a fourni des résultats dépourvus de précision. Les Nollet, les Baker, les Spallanzani, les Fontana, les Hooke, les Buffon, etc., qui se sont longtemps adonnés à l'étude des êtres microscopiques, n'ont jamais manqué de faire l'application de leurs connaissances à l'usage de cet instrument. Mais une idée fatale qui s'empara des esprits, dès l'époque de l'invention du microscope, n'a cessé de présider aux observations, en dépit de la rectitude du jugement de l'observateur; elle a paralysé les efforts des plus habiles, et a inondé la science de systèmes ridicules ou de faits erronés. Dès le moment, en effet, que l'assemblage de deux ou trois lentilles eut permis à l'homme de contempler des molécules inabornables à l'œil nu, son penchant au merveilleux le porta à s'écrier : *Un monde nouveau nous est révélé*; et ce monde lui sembla se régir d'après des lois nouvelles; tout y parut intéressant, mais tout y parut inexplicable; et l'importance du microscope se borna à tenir lieu de fantasmagorie dans les cours publics, et d'un simple délassement de travaux assidus dans le cabinet. Si quelques auteurs isolés s'en servaient comme d'un instrument de découvertes, leur méthode d'investigation se bornait à voir et à raisonner, à dessiner et à donner l'explication des figures; et comme personne ne devait contrôler leur travail, ils n'avaient pas senti la nécessité de le contrôler eux-mêmes; ils étaient crus ou au moins cités sur parole, et le meilleur observateur était celui qui dessinait le plus et de la manière la plus agréable. Il est juste de dire cependant que deux ou trois observateurs concurrent la pensée de soumettre les résultats microscopiques aux règles de raisonnement qui nous dirigent dans nos recherches en grand; quelques succès couronnèrent même cette pensée; mais bientôt, fatigués et impatients des premiers obstacles, ils firent de nouveau abnégation de leurs connaissances acquises et de leur jugement, et ils se replongèrent dans le doute, crainte de tomber dans une absurdité.

555. Or la portée de nos yeux n'influe pas sur la nature des corps; ce que je vois à une loupe d'un faible grossissement me paraît évidemment identique avec ce que je vois à l'œil nu; raccourcissons le foyer de la loupe, et par conséquent augmentons le grossissement; je verrai beaucoup plus, mais verrai-je différemment? Cette pierre, dont je reconnais les propriétés à l'œil nu, en acquerra-t-elle de diamétralement opposées, quand je l'aurai divisée en fragments microscopiques?

#### EMPLOI DU MICROSCOPE; CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA MANIÈRE DE SE SERVIR DE CET INSTRUMENT.

Lorsqu'on reporte sa pensée sur la série de faits qui ont été faits à l'aide du microscope, on ne tarde pas à se convaincre que ce n'est que par l'aide de connaissances dans les sciences

Non. Pourquoi donc n'expliquerai-je pas les phénomènes que m'offriront ses fragments divisés, par les mêmes lois qui m'expliquaient si bien les phénomènes que m'offrait le bloc intègre ! Si le microscope, au lieu de révéler un monde nouveau, ne fait que rendre abordables à l'œil des particules trop ténues ; s'il ne nous sert qu'à démêler des mélanges trop divisés ; s'il nous permet de pénétrer plus avant dans les organes, rendons cet instrument fécond en découvertes, en soumettant les phénomènes dont il nous rend témoins, à toutes les réactions, à toutes les contre-épreuves, dont nous faisons usage dans nos recherches en grand ; enfin cherchons dans son emploi, non du merveilleux ou des hypothèses ingénieuses, mais des résultats positifs.

556. Ce fut là la première idée qui vint frapper mon esprit, dès les premiers pas que je fis dans la carrière de l'observation. En voyant le micrographe se contenter de dessiner et de découper des organes, le chimiste de les altérer, de les mélanger ou de les détruire, afin de se ménager le plaisir de les retrouver ou de les recomposer de toutes pièces, il me sembla voir deux hommes marchant à leur insu, côte à côte, dans deux chemins qui ne se rejoignent jamais ; et je résolus de ne plus les suivre, mais de les réunir ; de ne plus être, tantôt chimiste, tantôt botaniste, tantôt physiologiste, et tantôt physicien, mais d'être tout cela à la fois et dans toutes les circonstances. Il me fallut donc abandonner les procédés connus, et m'en créer de nouveaux ; me tracer enfin des règles nouvelles ; car j'avais à travailler sur un laboratoire tout nouveau.

557. Comme l'ouvrage que nous publions est une application continue de toutes ces règles, nous aurons soin de les développer en particulier, dans chacun des chapitres qui doivent faire le sujet de cette seconde section, et qui correspondent à chacun des chapitres de la première (21). Dans ce paragraphe, nous nous bornerons à des généralités pratiques, sur la manière de se servir de l'instrument, et d'éviter les illusions les plus grossières.

558. La première précaution à prendre, dans l'emploi d'un microscope quelconque, est de placer son instrument à une hauteur telle que, pour observer, on n'ait pas besoin de voûter sa poitrine et de trop incliner la tête. Une position gênante enlève à l'observateur et la liberté d'esprit, qui ne s'allie jamais avec l'impatience, et l'aplomb de la main, si nécessaire au dessinateur, lorsqu'il s'agit

de saisir au passage tant de traits fugitifs ou assis, il faut que la main puisse se placer sagement sur le porte-objet, et qu'elle ait une position un appui solide, pour calquer l'objet et mesurer (496).

559. L'instrument doit être placé devant une fenêtre, en face du ciel, à l'abri du soleil et de la réverbération des murs des maisons. La lumière la plus favorable est celle qui vient d'être ment réfléchi par un beau nuage blanc. Ce côté qu'il faut braquer son miroir de la lumière réfractée et tamisée par un verre vert ne permet jamais d'aborder les grossissements un peu élevés du microscope.

560. A défaut d'un ciel bleu ou blanc, on peut se servir de la lumière d'une chandelle, ou mieux, d'une lampe (car la chandelle vacille trop), et, mieux encore, de ces lanternes sourdes qui ne projettent qu'horizontalement : car c'est un grand avantage dans l'un ou dans l'autre moyen d'éclairer les yeux dans l'ombre, et de ne voir l'objet à observer ; la vision microscopique est que plus distincte.

561. On s'habitue à l'observation, en commençant par le plus faible grossissement du microscope simple (pl. 5, fig. 5), qui, dans le microscope double (459), a un pouce de foyer au moyen de la lentille n° 15. On enlève la phragme (fig. 1, *dd*), pour avoir moyen de monter dans la recherche de l'objet. On place le porte-objet en verre (*pb*), un petit corbeille à l'œil nu : une graine, un insecte, une fleur ; et on fait monter ou descendre l'objet, en tournant le bouton (*b*), jusqu'à ce qu'il soit arrivé à amener l'objet, à un point où on juge être celui de la vision la plus claire ; de telle sorte que tous les détails en apparaissent avec un relief franc et décidé. Si l'objet était trop haut et qu'après avoir descendu le porte-objet on ne peut pas le faire descendre plus bas que le permet la longueur de la crépine inférieure (465), sa surface supérieure encore en deçà du foyer, on n'aurait qu'à tourner le pivot (*p*) de son fourreau, pour amener l'objet à la distance convenable.

562. C'est par l'observation à ce faible grossissement, qu'il faut préluder à l'emploi des grossissements plus élevés. Du reste, le mot de grossissement est un de ces mots qui se répètent sans cesse, faute d'être bien définis ; le grossissement désigné comme le plus faible, est au

et, par rapport aux dimensions de l'objet, permet de voir. Une lentille est faible de son foyer ; mais elle grossit suffisamment tout ce qu'elle nous fait voir d'une manière. Ne cherchez pas à vous servir des foyers, pour observer des objets d'un mètre ; vous distingueriez tout aussi peu mettant des objets du plus petit diamètre à long foyer ; on ne doit pas plus se fier à la lentille qu'à une capacité intellectuelle : toutes ne fonctionnent qu'à leur place.

Les rayons utiles à la vision microscopique sont ceux qui s'écartent le moins du parallèle ; il s'ensuit que le diamètre de l'objet, dont doit agrandir l'image, doit évaluer environ le diamètre de la lentille, qui donne le moins de sphéricité et de réfrangibilité, et la distance doit être telle que les deux surfaces, inférieure et la supérieure, par rapport à l'axe, puissent être considérées, comme si elles étaient au foyer de la lentille. Je ne dirai pas : Ne placez pas un fragment d'objet de diamètre sous une lentille de grand foyer ; car vous vous exposez à ne pouvoir voir en avançant le porte-objet, et même une lentille de grand foyer qui n'arrive pas seulement à grossir les images qu'autant qu'elle grossit l'objet ; autrement, une zone de l'objet, qui se trouve au foyer, quand les autres restent au-dessous ou s'élèveront au delà, l'image qui se présente à votre œil sera la somme d'une portion de diverses négations visuelles. Soit, par exemple, un grain de fécule de pomme de terre, vu à travers une lentille d'une ligne du microscope simple, vous apercevrez avec l'aspect et les dimensions de la fig. 1, pl. 6, et avec des stries intérieures qui se dessinent sur la surface. Si vous changez, au contraire, la même fécule sous l'objectif du microscope composé qui grossisse trois à quatre fois, ces belles perles, si pures et si régulières, se creuseront tout à coup, vers leur centre, en un godet analogue aux contours ; et se remplissent de cercles concentriques en creux et en sautoir comme on le voit sur la fig. 28. Cette image est donc fautive, quel que soit du reste le défaut de l'instrument ; et cela viendra de ce que la partie culminante du grain de fécule se trouve au-dessus du foyer, reste invisible, et, par conséquent, dans l'ombre, et que ce qui est dans l'ombre, n'est pas éclairé que l'on considère de haut et paraît creux.

564. Après s'être fait la vue au moyen d'une lentille d'un pouce, on cherche à se faire successivement à l'emploi des lentilles suivantes, en se servant d'objets de plus en plus petits : de grains de sable, de cristaux grossièrement pulvérisés, et enfin de cheveux, de poussières de papillon, principalement du papillon de chou (pl. 18, fig. 3 et 4), non-seulement parce que ce papillon est le plus commun, mais encore parce que ses écailles aplaties et transparentes se prêtent mieux à la réfraction.

565. On passe ensuite au maniement du microscope composé, en ayant soin de commencer par les grossissements les plus faibles, même par des grossissements plus faibles encore que le premier du microscope double : car ce sont, en chimie organique, les lentilles du plus long foyer, qui s'opposent le moins à la manipulation. On peut se procurer, chez le fabricant, un jeu d'objectifs qui donne un grossissement de 50 diamètres seulement, et dont la distance focale est, par conséquent, fort longue (400).

566. Une fois qu'on a contracté l'habitude de ce foyer, on n'a plus besoin que d'une plus grande précaution, pour aborder avec succès les foyers plus courts ; mais qu'on emploie les uns et les autres, on ne doit être sûr d'avoir bien vu, que lorsque l'image offre des contours nets, et d'un noir pur de pénombres. Si, malgré tous ces tâtonnements de va-et-vient, on ne parvenait pas à obtenir ce bel effet, ce serait la faute du microscope, ou celle de quelque impureté de la surface de la lentille, qu'il faudrait nettoyer, soit avec une goutte d'eau, soit avec une goutte d'alcool et un linge en mousseline non empesée.

567. On est sûr que les lentilles sont d'une bonne fabrication, et dans un état suffisant de propreté, lorsqu'au grossissement de 300 diamètres les stries longitudinales de la poussière du papillon de chou (pl. 18, fig. 4) se présentent comme tout autant de rangées de faitières, si je puis m'exprimer ainsi, ou bien comme les nervures des glumes des Graminacées examinées à la loupe et par réfraction. Quant à l'autre espèce de poussière (fig. 5) qui se trouve sur le même papillon, il faut que les stries soient courbes, bosselées, et que l'on distingue parfaitement bien, et le pompon ( $\alpha$ ) qui se loge dans l'échancrure, et les fibrilles radiculaire ( $\beta$ ) qui en terminent la pointe.

568. Jusque-là nous n'avons établi aucune distinction, entre l'observation par réfraction et

l'observation par réflexion ; elle est pourtant tranchée au microscope. Pour que le rayon de réflexion (456) arrive à la lentille qui se trouve dans la verticale de l'objet , il faut nécessairement , en vertu de l'égalité parfaite des angles d'incidence et de réflexion , que ces deux rayons fassent , avec la normale , un angle fort aigu. Mais alors il faut aussi que l'objet se trouve placé à une assez grande distance de la lentille , si l'on ne veut pas que la lentille , par sa monture , et même par sa seule surface , arrête au passage le rayon qui arrive du foyer lumineux , pour être réfléchi par la surface de l'objet qu'on observe. De là vient que plus le foyer du grossissement se raccourcit , et plus l'objet se plonge dans l'ombre , en sorte qu'au microscope composé on arrive à ne plus rien distinguer , si l'on ne veut observer que par réflexion. Pour remédier à cet inconvénient , on fait usage de prismes , de miroirs concaves ou de lentilles , qui dirigent et concentrent sur l'objet , les rayons , que ces appareils interceptent à une certaine distance de l'objectif. Mais ces instruments , en projetant un plus grand faisceau de lumière sur l'objet , ne peuvent l'éclairer que par une incidence que n'intercepte pas la monture des lentilles ; sans cela les rayons arrivant trop obliquement sur l'objet , pour que la réflexion se trouve dans l'axe du microscope , l'objet , inondé de lumière , quand on l'examine à l'œil nu , se perd dans l'ombre , si on le cherche au microscope ; et malgré tous les perfectionnements apportés aux miroirs réflecteurs , il faudrait désespérer de soumettre l'observation aux grossissements supérieurs fort ordinaires , si son opacité ne le rendait susceptible d'être distingué que par réflexion. Il en est tout autrement si la substance en est transparente en tout ou en partie ; car alors il sera facile d'en étudier la structure , en l'observant à travers jour , au moyen de la lumière des nuages ou de la lampe , ou , ce qui est plus facile , par la réflexion d'un miroir mobile dans tous les sens , qui se trouve au bas du microscope , ce qu'on appelle observer par *réfraction* ou par *transmission des rayons lumineux*. Les corps transparents sont observables par réfraction à tous les genres de grossissements ; les corps opaques , au contraire , qu'on ne saurait étudier que par réflexion , sont d'autant moins visibles que le grossissement est plus fort. A certains numéros même , en employant les miroirs réflecteurs les mieux construits , il faut désespérer aujourd'hui d'observer les corps opaques.

569. J'ose même avancer , d'après ma propre expérience , qu'on parvient à voir beaucoup mieux

les corps opaques , à des grossissements sans miroirs réflecteurs , qu'à leur aid que l'œil ne reçoive d'autres rayons que les faibles rayons qui lui arrivent de l'instrument , et qu'il attende quelques instants se former à ce crépuscule , et élargir sous l'influence de cette complète obscurité. Dès ce moment on distingue des reflets matés , qui de prime abord étaient inaperçus. Jamais je n'observe les corps opaques avec ce microscope , et je n'aurais jamais pris le parti de faire une lentille réflective (fig. 6 , pl. 5) au lieu des pièces du microscope double (459) , si je n'eusse dû en conseiller l'usage que dans ce cas il avait à mes yeux le mérite de pouvoir éclaircir et brûler même les petits objets au microscope , ce qui lui donne une certaine importance de manipulations chimiques.

570. On doit prendre garde de ne jamais mettre une loupe ou un porte-lentille , par exemple , sur une table ; car la silice se brise facilement au nombre des fragments de verre , et la lentille se rayerait , sur les angles des fragments , au moindre déplacement. Lorsqu'une loupe a pénétré dans le fond du cône où est placée la lentille , on l'enlève avec une pince très-douce et jamais avec un linge , pour ne pas rayer le verre par le frottement. Si l'on n'a pas de pinceau sous la main , on démonte la loupe et on en lave le verre à l'eau dont on a toujours à sa disposition une provision , dans l'un des *flacons à l'usage* du laboratoire (332). On essuie alors avec une mousseline usée , mais non em

571. C'est un grand point , que de savoir placer la lumière sur l'objet , d'une manière favorable à la vision ; et afin d'en contracter plus vite l'habitude , il sera bon d'observer le nombre d'êtres , en promenant le tube du microscope successivement sur toute la surface du champ. Car à chaque pas de vis , qui poussera le tube en avant , ramènera en arrière le tube du microscope (fig. 1) , à chaque mouvement qui fera lever le levier horizontal (*lv*) , de gauche à droite à gauche , on sera obligé d'ameublir un diaphragme différent du diaphragme (*dd*) , sous l'aide duquel et de faire coïncider avec le même axe un miroir concave (*m*) , dont la monture tourne autour de la tige (*lg*) , et se coude en conséquence à cette intention. On observera alors qu'une grande quantité de lumière ne convient pas



pour arriver à en éclairer un convexe toutes les heures de la journée, il faut, chaque fois la distance du diaphragme, et rétrécir même l'ouverture de la fente du diaphragme, en la recouvrant les bords de la fente de la lame sont à la distance et à l'inclinaison du jour : toutes conditions qui dépendent de la lumière des nuages, et de l'azimut du jour : toutes conditions qu'on apprend par l'usage et la manipulation. On voit connu ces principes, que la réfraction (\*) a imprimé en grosses lettres, dans ses années, qu'un tissu était soluble au microscope, en effet, d'autant elle se voyait novice, étant privé d'un diaphragme lumineux, ne permettait plus de voir les objets tenus en suspension ; manqua pas d'inscrire la dénégation des faits démontrés.

On voit que nous avons adapté au microscope, est concave d'un côté et plane de l'autre ; celui-ci ne doit être employé que pour la lumière solaire que l'autre concentre, et, comme en un foyer, ce qui l'échaufferait même, au lieu de l'éclairer. Au lieu du miroir concave, on peut se servir de la lumière solaire, pour amener à l'ébullition dans lequel est plongé l'objet de l'observation ; on enveloppe alors les objectifs (*ob*), en verre (fig. 15), et on tourne la platine de sorte qu'on ait rencontré une portion de la surface qui puisse parvenir aux lentilles les rayons sans déviation.

On a fait remarquer (437) que le microscope renverse les images, et fait que ce qui est à gauche, et en arrière ce qui est à droite ; cet effet déjoue tous les mouvements du manipulateur, lorsqu'il débute au microscope ; on a vu à cette circonstance, que, même lorsqu'il réfléchit, on se sert de la main gauche pour parvenir la pointe du scalpel à l'objet qu'on aperçoit au microscope, et on ne doit jamais perdre de vue la direction des images, lorsqu'il s'agit de l'observation générale d'un corps, du jeu de la lumière réfractée ; sans quoi l'on s'exposerait à rendre une pyramide creuse (pl. 8, fig. 12, *a*), par exemple pour une pyramide en relief, et *vice versa* ; ce qui n'arrivera pas, lorsque la direction, selon laquelle la lumière est réfléchie sous l'objet, étant connue, on saura que les faces de la pyramide creuse sont éclairées à l'opposé de celles de la pyramide saillante. On ne perdra pas de vue non plus les effets de la lumière réfléchie par les faces de l'objet, que l'on éclaire principalement par réfraction ; et pour se préserver de cette cause fréquente d'illusion, on enveloppera les lentilles avec l'*abat-jour* (fig. 12, pl. 5), que l'on descendra jusque sur la surface du porte-objet, pour intercepter tous les rayons de la lumière obscure qui se glisseraient sur l'objet, entre l'objectif (*ob*) et la platine (*pl*, fig. 1).

574. Les objets, surtout ceux de nature organique, doivent toujours être décrits, en les observant plongés dans un liquide, dont la surface puisse être considérée comme parallèle à la lame du porte-objet ; on étend en conséquence la goutte de liquide ; et même afin d'avoir un parallélisme plus durable et plus complet, on le recouvre d'une lame de verre soufflé très-mince, ou bien d'une lame de mica. On se procure des lames de verre de ce genre, avec des débris de boules soufflées (375), que l'on ramollit au feu, et qu'on laisse s'aplatir d'elles-mêmes sur une lame de métal un peu chaude. Sans toutes ces précautions, la goutte de liquide serait exposée à jouer le rôle de lentille (410), et à dévier, de l'axe du microscope, les rayons qui éclairent l'objet.

575. La nature du liquide, dont on doit faire usage, pour l'inspection d'un objet, est indiquée par la solubilité et l'indice de réfraction (396) de celui-ci, c'est à-dire que l'on se sert d'un liquide, dans lequel le corps n'est pas soluble en tout ou en partie, et dont le pouvoir réfringent est analogue à peu près au sien. La première condition lui conserve ses formes naturelles, la seconde son aspect. Car si le milieu, dans lequel on observe un objet par réfraction, est d'un pouvoir réfringent différent du sien, l'objet paraîtrait noir, de diaphane qu'il est, à cause de la double déviation que subiraient les rayons lumineux, en passant du liquide dans l'objet par sa surface inférieure, et en sortant de l'objet pour rentrer dans le liquide par la surface supérieure.

576. Soit, par exemple, une gouttelette d'eau attachée à la lame du porte-objet et visible en entier au microscope ; elle apparaîtra toute noire, et seulement percée comme d'un trou au centre ;

car, avec sa forme sphérique, elle ne laissera parvenir presque, à l'objectif, que les rayons lumineux qui se rapprochent le plus de son axe, rayons qui subissent la moindre réfraction (404). Supposons maintenant une bulle d'air dans l'eau; par la même raison, cette bulle d'air prendra l'aspect de la gouttelette d'eau observée dans l'air; elle apparaîtra comme une bille noire, à cercles concentriques chatoyants, et percée d'un trou lumineux au centre (pl. 8, fig. 12 *a'*); et il n'est pas rare de trouver dans les micrographes, même les plus estimables, de pareilles bulles prises pour des organes perforés (\*).

577. Observons dans l'air un organe, dont le pouvoir réfringent se rapproche de celui de l'eau pure, un grain de fécule, par exemple (pl. 6); il prendra l'aspect, tout limpide qu'il est, de la bulle d'air observée dans l'eau: ce sera une vésicule noire, éclairée à son centre d'un point blanc lumineux concentrique à ses contours (fig. 21, 22), et qu'à la première vue bien des physiciens ont été tentés de prendre pour une perforation. Tout cet aspect si étrange disparaîtra, comme par enchantement, en couvrant le grain de fécule d'une nappe d'eau; cet organe revêtira dès lors et l'aspect, et la limpidité d'une belle perle de nacre (fig. 23), si l'on ne se sert pas du diaphragme, pour diminuer l'intensité de la lumière; et offrira des bords plus prononcés et des accidents de surface plus distincts (fig. 1, 3, etc.), si on laisse arriver la lumière sur lui avec plus de parcimonie.

578. Dans l'alcool, le grain de fécule paraîtrait plus noir, de même que les granules de graisse (pl. 10, fig. 32, 33) vus dans l'eau. C'est-à-dire, en thèse générale, que les objets noircissent d'autant plus que le milieu, dans lequel on les observe plongés, a un *indice de réfraction* plus éloigné du leur.

579. Il en sera de même de deux liquides que l'on mêlera ensemble au microscope. L'un formera dans l'autre des stries d'autant plus prononcées, que leur pouvoir réfringent sera plus distinct, jusqu'à ce qu'enfin le mélange intime des deux se soit accompli, et que la densité de la masse soit devenue homogène. C'est ce qu'on pourra observer, en versant une goutte de sucre sirupeux dans l'eau du porte-objet, ou même de l'éther et de l'alcool, ou bien enfin de l'eau à une température élevée, celle du porte-objet se trouvant à la température ordinaire. Si l'on fait arriver la première dans celle-ci, par l'orifice d'un tube effilé à la

lampe (fig. 20, pl. 3), elle fera l'effet d'une membrane vibratile qui terminerait l'orifice; ce jusqu'à ce que les deux températures corrigées l'une par l'autre, et que le soit accompli.

580. Il arrive souvent que les corps microscopiques, lardant à se mouiller, pendus à la surface du liquide, au sein duquel on désire les observer. On tomberait dans une erreur si l'on négligeait cette circonstance et attribuerait, à la différence du pouvoir réfringent du liquide, un aspect qui ne provient que de la différence du pouvoir réfringent de l'air dans lequel ces objets restent réellement. En ayant soin de recouvrir le liquide d'une lame de verre ou de mica, on évite cet inconvénient et l'on est sûr de cette façon de voir l'objet dans le liquide.

581. Sur la foi des physiciens, les microscopistes ont l'habitude de dire qu'au microscope achromatique, on voit les objets dans leur coloration naturelle; c'est une erreur qui vient d'un malentendu. L'achromatisme est la propriété de faire parvenir à l'œil, dans la même position, les rayons lumineux qui émanent d'un objet éclairé vers l'objectif. Mais cet objet est éclairé par réflexion, n'est rien moins que matérialisé; les rayons qui le traversent subissent diverses aberrations, selon la courbure de leur surface et selon leur indice de réfraction (506). D'où il suit que la couleur que l'on voit au microscope même achromatique n'est pas la couleur qu'ils n'ont pas, lorsqu'on les voit par réflexion; et de là vient que les mêmes objets, du plus beau blanc à la vue simple, sent toujours jaunes sur le porte-objet lorsqu'on les observe par transparence; c'est-à-dire, que le rayon blanc que le miroir concentre sur la surface inférieure, ils ne laissent parvenir à l'œil que le rayon jaune. D'autant plus que les objets organisés d'une courbure plus forte ont un pouvoir réfringent plus différent, s'en suivent des franges colorées, que l'achromatisme ne peut empêcher l'œil de recevoir. En combinaison par réflexion avec l'observation par transparence, on aura le moyen de reconnaître et la couleur naturelle de l'objet, et les caractères de sa transparence.

582. Les accidents de surface d'une lame mince jouent le rôle de lentilles convergentes, et peuvent donner le change à

(\*) Leuwenhoeck, *Arcan. nat.* ep. 74., p. 332, fig. 20, H.

périmenté, sur la structure de son intime; il ne faut jamais perdre de constance, dans l'évaluation rationnelles, dont on cherche à confier les apier. Une bulle d'air, emprisonnée : de verre et la membrane, prendra e cellule d'un tissu, tant que la mem- a recouverte d'une couche de liquide; a dessiccation multipliera les points de la membrane au verre, cette bulle int à la pression, fuira dans différents imifiant son volume de manière à si- ascularité. Pour s'assurer de sa pré- aura qu'à presser la bosselure avec la aiguille; car on verra distinctement le prétendue cellule est sans parois. d'avoir apprécié cette circonstance, graphie académique a pris si long- oselures pour des globules disposés et ces chapelets de bulles d'air pour élémentaires des tissus organisés.

es bosselures se rapprochent de la ique, ou bien si elles proviennent de ls attachés accidentellement à la sur- embrane, ou inhérents à son organi- la manière dont ils réfracteront la ), ils auront l'air d'être tout autant ons; l'observateur verra un trou dans nce de l'axe; et c'est à cette illusion ce a été si longtemps redevable de es tubes poreux (\*), dont on n'ose plus rd'hui.

orps opaque placé sous une membrane , sera dans le cas de prêter à celle-ci, mbre, des caractères étrangers que nhérents à son tissu ou à sa surface. ssion analogue qui a légué à la phy- étale ses *tubes fendus* et ses *fausses*

joindre pli de la membrane présentera es d'une fente; le moindre enfonce- d'une ouverture, dont les bords sem- rapprocher ou s'écarter, selon que la e desséchera ou s'humectera de liquide, se creusera ou se distendra.

gouttelettes d'huile essentielle, de huile fixe, en se déposant sur la surface rane, la paveront. pour ainsi dire, de simuleront un tissu granulé. Ces glo- aîtront dans l'alcool et dans l'éther, et ont, au contraire, dans l'eau. Les glo- *Nouveau système de physiologie et de botanique,*

bules qui couvrent les tissus de la fig. 2, pl. 11, ne sont que des gouttelettes de graisse abandonnées par l'alcool, sur la surface de la membrane.

587. C'est enfin en ne perdant jamais de vue les effets combinés de la réflexion et de la réfraction, qu'on parviendra à se préserver des illusions microscopiques, et à déterminer la vraie nature des objets, par leur seule apparence. C'est en raisonnant au microscope, d'après les principes d'investigation qui nous dirigent dans nos jugements à l'œil nu, que nous pourrons donner aux résultats de l'observation microscopique les caractères d'évidence qui distinguent nos observations en grand.

Or qui voudrait prononcer que ce châssis lointain, qui laisse passer librement la lumière, soit dépourvu de verre, et tout à fait à claire-voie; que ce globe soit perforé au centre; qu'il n'est lumineux que sur ce point? Comment réfute-t-on de pareilles illusions dans les observations à l'œil nu? N'est-ce pas en confrontant ce que l'on voit avec les souvenirs de ce qu'on a vu, en contemplant l'objet sous différents jours, et en faisant varier de la sorte le jeu de la lumière; en observant le soir, en observant le matin, enfin à toutes les heures de la journée, qu'il impriment à l'objet un nouvel aspect? Eh bien! au microscope, où l'observateur ne saurait se déplacer, il faut déplacer de mille manières l'objet et projeter le jour sous différents angles; et on doit raisonner encore plus rigoureusement qu'à l'œil nu. Qu'on reproduise par le dessin tous les aspects, sous lesquels on a varié l'image de l'objet, qu'on les reproduise avec la servile exactitude d'un homme dont tout le talent d'observation serait au bout de ses doigts et de son crayon; qu'on se demande ensuite par quelle forme on pourrait reproduire en grand les images qu'on vient d'obtenir au microscope, dans toutes les positions données par le dessin; et si l'on parvient à la déterminer, on aura atteint le secret de l'observation microscopique: car les lois de la lumière ne changent pas avec les dimensions des corps; il doit en être de même des lois du raisonnement.

588. Je terminerai ces considérations générales, par l'évaluation d'une espèce d'illusion, qui n'est, en définitive, qu'un simple enfantillage, mais qui pourtant, il y a environ huit ans, n'en a pas moins acquis une importance académique et solennelle (\*\*). Ces messieurs, en effet, protecteurs

(\*\*) Voyez *Annal. des sciences d'observation*, tom. I, p. 257' 1829.

et protégés, avaient vu, dessiné et compté, presque un à un, les animalcules spermatiques des plantes, qui avaient échappé jusque-là aux recherches des plus laborieux observateurs. Ils les reconnaissaient à un mouvement lent et gradué, qui, sans offrir tous les caractères des mouvements spontanés, ne laissait pas que d'être distinct à un œil exercé et habile. Ces messieurs durent sans doute accuser notre œil d'être complètement privé de ces deux belles qualités, lorsque, dans notre audace grande, nous vîmes dire, au milieu même de l'assemblée, que ces prétendus animalcules n'étaient que des gouttelettes d'huile essentielle plus ou moins mêlée à une résine, et souvent des globules glutineux imprégnés d'un acide qui les arrondissait; qu'enfin ces mouvements en apparence spontanés n'étaient pas même des mouvements automatiques; qu'un enfant ne se méprendrait pas sur la nature de ces mouvements, en voyant flotter les fragments de liège sur la surface de l'eau de nos bassins. Jugez de la colère académique, à l'audition de telles impertinences, d'autant plus insultantes qu'elles avaient déjà l'air d'être l'expression de la vérité. On se récria bien haut, on écrivit beaucoup avec des plumes occultes et dans les journaux incompetents; mais pourtant on sentait qu'il fallait se rendre; on n'attendait qu'une heureuse transition. Rob. Brown vint leur offrir cette planche de salut; il les sauvait en renchérissant sur leur idée: « Ce que vous avez vu et ce qu'on vous nie, leur dit-il, n'est qu'un cas particulier d'une grande loi, que je viens de découvrir à mon tour. On vous a donné tort, parce que vous n'avez dit de la vérité qu'une bien minime partie. Ce ne sont pas seulement les granules de pollen qui jouissent d'un mouvement spécial, ce sont toutes les molécules de substance que l'on surprend à la surface d'un liquide; la limaille de fer elle-même est douée d'un mouvement admirablement caractérisé. » Et en lisant, avec le plus grand sang-froid, toutes ces choses, Rob. Brown ne faisait rien moins que le mauvais plaisant, comme nous fûmes tenté, de prime-abord, de le croire; il parlait très-sérieusement, sans envie de persifler et de faire une malice. Nos savants le prirent, à leur tour, sur le même ton, ils accueillirent cela avec le même sérieux que la nouvelle loi de l'*endosmose*; l'on se crut heureux d'avoir, pour se tirer du premier mauvais pas, la ressource de se tenir fixe dans un autre. Il est des positions où le savant se trouve invulnérable: ce sont celles qu'on ne peut prendre d'assaut qu'en éclatant de rire; comment, en effet, s'y prendre

pour réfuter sérieusement l'annonce Brown? Il n'y avait qu'un moyen, c'est de demander qu'il plût à l'Académie d'étendre à des molécules de plus grande dimension point laisser le monopole de la loi à ceux qui ont fait les expériences de cent cinquante fois, et de déclarer, qu'à partir de ce jour, les fragments de liège, taciturnes et immobiles tant qu'ils restent sur la table du buveur, acquièrent, à l'instant même, une vitesse subite de locomotion, dès qu'ils sont jetés à la rivière, et qu'ils se dédomment fort amplement de leur trop longue

Que voulez-vous? nous avons eu soin de prévenir que nous vous dirions des excuses, mais ne les imitez pas; évitez à l'avenir d'être dupes d'une illusion si facile à se laisser prendre. Recherchons les causes qui, au lieu de nous faire voir des mouvements automatiques, nous ont fait voir l'apparence d'un mouvement spontané.

589. 1<sup>o</sup> Toutes les fois que vous versez une goutte de liquide sur le porte-objet du microscope, par suite de ce seul déplacement, il s'établit dans ce petit océan, un mouvement qui doit nécessairement se traduire en deux courants opposés: c'est-à-dire en un courant circulaire qui agit de bas en haut, et ensuite horizontal. Les corps microscopiques à demi plongés dans le liquide, et qui nagent, pour ainsi dire, à la surface, obéiront au premier; les corps, au contraire, suspendus à la surface du liquide obéiront au second. Dans le principe, ces courants ont la violence d'une tempête, et font passer les corps sous l'œil de l'observateur avec la rapidité d'un torrent; mais quelques instants après, le mouvement se calme, et les corpuscules, devenus immobiles, défilent et voguent, avec une lenteur et une régularité de locomotion qui sembleraient leur fait.

590. 2<sup>o</sup> Il en est de même, lorsque des granules ou des petits cristaux de sels sortent d'une cellule, d'un vaisseau, ou d'un organe qui se vide; il se produit, à l'instant même, un tourbillon, une espèce de remous qui entraîne tous les corpuscules dans le courant, en se ralentissant, leur imprime des mouvements plus variés et les abandonne à des directions différentes. Spallanzani avait très-bien décrit les effets de ce mouvement sur les granules de pollen pendant l'explosion du grain de pollen, et nos observateurs académiques s'en fussent-ils aperçus, ils n'en fussent pas dupes.

is aurons à nous occuper, dans le ouvrage, des mouvements imprimés les organes de la respiration des des vorticelles surtout; s'il arrivait es animaux se trouvât tapi dans un ittelette microscopique, ou sous un inorganisés, hors du champ visuel e, il déterminerait dans le liquide ui, faute par nous d'en apercevoir rimeraient, aux corpuscules inani- à la surface du liquide, des mou- parence spontanés.

la même raison, si le courant ren- limites du champ visuel du micro- in de sable qui élève sa cime, au-dessus de la surface, les corpus- és par le flot qui tourne l'obstacle, ndre une direction de leur propre un animal qui change d'idée.

courants qui peuvent donner lieu s plus trompeuses, sont ceux d'une ir, et qui échappent à la vue; les traignent paraissent d'autant plus comotion, qui serait de leur fait, an qui les supporte est plus calme; oit alors voguer de compagnie à ujours la même, et comme à une uette, ne se rapprochant ni ne rais les uns des autres de la plus ), s'arrêtant brusquement en masse, eur marche tous à la fois, non ait un troupeau discipliné, mais s petits régiments automates que 'une roue fait avancer ou reculer C'est une lame d'eau parsemée de un radeau qui vogue; ce ne sont s qui voguent dans l'eau.

ouvement imprimé à la table par observateur ou par les secousses maisons placées sur la voie publi- à mettre la goutte d'eau, et par- cules qui la surnagent, dans une e les illusions de laquelle l'obser- tenir en garde à chaque instant.

est dans le cas de susciter une dans le liquide, à plus forte raison es mouvements plus illusoirs, s'il t sur le porte-objet.

rquez que le microscope, grossis- t les distances, sans allonger le ps met à les parcourir, doit, par ossir les mouvements des corpus- s sur un liquide agité, et leur

imprimer une rapidité entièrement apparente.

596. 8<sup>e</sup> La convexité de la goutte observée entraîne, vers les bords, tous les corpuscules déposés à la surface, qui se trouve sous le champ visuel du microscope; et ces corpuscules semblent alors prendre une direction spontanée, les uns à gauche et les autres à droite de l'observateur.

597. 9<sup>e</sup> Comme l'évaporation continue d'un liquide change à chaque instant le niveau de la gouttelette observée, il s'ensuit que les corpuscules se mettront d'autant plus en mouvement que la température sera plus élevée, et que le liquide sera plus volatil. Une goutte d'alcool versée dans l'eau produit une tempête des plus violentes au microscope. Les mouvements de l'éther sont si forts et l'évaporation en est si rapide, qu'on n'a pas même le temps de chercher à voir ce qui se passe; tout est fini quand on regarde.

598. Enfin la volatilité de la substance que l'on observe, sous forme de globules voguant à la surface, ou qui imprègne certains globules réellement organisés, leur communique des mouvements bien plus illusoirs encore. Chacun de ces globules, en effet, obéissant à une cause de déplacement qui réside en lui-même, et prenant à chaque instant la résultante d'une impulsion qui émane de sa propre surface, il arrive qu'aucun d'eux ne se meut de la même manière que son congénère, que l'un fait la pirouette, quand l'autre glisse; que l'un s'élance, quand l'autre décrit en fuyant une courbe et revient sur ses pas ensuite; que l'un plonge, quand l'autre s'élève; ce qui ne saurait manquer d'indiquer, à un œil non averti, l'existence de tout autant de mouvements spontanés. En effet, l'évaporation ne saurait avoir lieu sans déplacer l'air, si l'objet est immobile, et par conséquent sans déplacer l'objet, s'il est suspendu sur la surface d'un liquide; c'est la puissance de la vapeur des infiniment petits. Pour vous faire une idée de ces mouvements, sourcés de tant d'illusions, versez une goutte d'eau de Cologne sur l'eau du porte-objet, et vous aurez sous les yeux des myriades de globules en mouvement, qui se comporteront en apparence comme le feraient des myriades de ces infusoires, qui, au plus fort grossissement, ne sont pas plus grands qu'un point, et qu'on désigne sous le nom de *monades*; ou plutôt, sans recourir au microscope, déposez sur l'eau une parcelle de camphre solide; mais fraîchement sorti du bocal et encore tout imprégné de sa portion d'huile essentielle plus volatile; vous le verrez tourner sur lui-même, et cela dans un rap-



port constant avec l'inégalité de ses surfaces, les mouvements de rotation devenant beaucoup moins prononcés, si, le mélange de ces deux substances étant homogène, vous avez eu soin de le tailler en cube parfait (\*).

599. C'est l'esprit pénétré de ces principes irrécusables, qu'on doit procéder à toute espèce d'observation au microscope, si l'on veut tirer de cet instrument le même parti que l'astronomie a tiré de l'emploi du télescope, et la chimie et la physique de leurs instruments de précision. Dans les chapitres qui vont suivre, nous aurons soin de faire l'application de ces principes à toutes les opérations d'analyse en petit, qui correspondent aux opérations en grand de la première section de cette première partie.

## CHAPITRE II.

### DIVISION EN PETIT DES CORPS ORGANIQUES ET ANATOMIE DES CORPS ORGANISÉS (23).

600. Il n'est certainement pas besoin d'instruments d'un grand prix, pour obtenir en peu de temps, de la division mécanique, les quantités que réclament les essais au chalumeau ou au microscope. Rien n'est plus facile que de s'improviser un pilon et un mortier d'agate, au moyen de ces cailloux roulés, de formes et de dimensions si variées, qui encombrant les sablonnières des terrains d'alluvion. Il suffit de briser les plus gros, pour en obtenir des cavités en segments de sphère d'une belle régularité, et de tailler en biseau une des extrémités des cailloux cylindroïdes, pour avoir une molette par le côté obtus, et un tranchant qui peut servir au besoin et de couteau et de marteau taillant. En fait d'expériences en petit, nous n'avons jamais eu recours aux mortiers et aux pilons d'agate d'une autre fabrique.

601. Mais la dissection ne procède pas avec l'uniformité de la division mécanique; et les corps organisés, association harmonieuse d'organes si divers par leurs formes et leurs fonctions, ne peuvent être soumis à l'étude analytique qu'à la suite d'un triage intelligent, d'une distribution méthodique de diverses pièces, et enfin par les procédés les plus délicats de l'anatomie. On peut laisser au hasard le soin de diriger la

molette (23, 9°); on n'a pas en effet confondre, là où toutes les molécules sont au même élément. Mais le scalpel dans le domaine de l'organisation s'avance d'une ligne, que soit l'induction et de la mémoire.

602. L'organisation intime des végétaux, à l'œil de l'observateur armé des plus fins instruments, avec une simplicité de formes, et des détails qui ne sont en rien les innombrables répétitions du monde, de sorte que les organes les plus divers ont subi le port de l'élaboration et des produits à la loupe et au microscope exactement la même couleur (\*\*). Il n'en est pas de même en anatomie animale; à mesure qu'on observe des organes un peu plus compliqués que ceux de la cellule, on voit les organes changer de fonctions, et présenter des formes, au moyen desquels on peut distinguer, lorsqu'on cherche à dresser l'anatomie du corps organisé. En sorte que la dissection, que nous allons décrire, est d'un usage bien plus fréquent dans l'étude de l'animal que dans celui du règne végétal.

603. Lorsque l'être vivant, dont on veut mettre l'organisation des tissus à nu, est petit et microscopique, ne dépasse pas quelques centimètres de diamètre, ou bien qu'on ne peut faire une dissection en grand à ces proportions, on place dans la cuve à dissection (pl. I, fig. 1) on l'y recouvre d'une nappe d'eau pure, qui ne s'élève pas à plus de deux centimètres au-dessus des points culminants, et on prévient la putréfaction de la substance en déposant à la surface de l'eau, un nombre de fragments de camphre, ce qui permet de conserver aussi longtemps qu'on le désire, et renouveler l'eau qu'alors qu'elle est trouble, et trop imprégnée de globules pour se prêter à la vision.

604. On fixe les bords des organes entre les parois de la ceinture de liège, et on les maintient ainsi en position. On saisit les plis de l'organe qu'on a en vue d'étudier de préférence avec une pince dentée (fig. 18, *pi*), et l'on coupe avec l'autre des scalpels (fig. 17), se servant de la face et la consistance de l'organe pour guider l'emploi d'une lame à tranchant courbe ou en dehors (*β*). On fait usage au besoin de ciseaux droits ou courbés sur le plat, quand

(\*) *Sur les granules de pollen*, Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris, tome IV, 1828.

(\*\*) *Nouv. système de Physiologie végétale*, § 624, 1836.

déchire et ne distende, et qu'on a  
er une division nette et franche, ou  
r une portion d'organe en entier. On  
vement toutes les membranes divi-  
le liège, au moyen d'érigines libres;  
le avec ordre, pour aborder les régions  
suvraient.

t à ce moment que le dessin vient en  
mémoire; car nul observateur aujour-  
il rester étranger aux règles du dessin.  
ut placé en effet qu'on se trouve, et de  
nds que l'on ait droit de disposer, on  
avoir à chaque instant de la journée un  
r sous sa main; et on l'occuperait fort  
t, si l'on voulait lui faire dessiner toutes  
que l'on observe, et sur la valeur des-  
ervation ne permet pas encore de se  
; on perdrait soi-même bien du temps,  
attachait à dessiner tout ce qui se pré-  
e le fini qu'exige une publication. Mais  
n en débutant, dont on ne doit obtenir  
exact sous le rapport des contours, des  
s et des accidents principaux qu'il im-  
monstrer. Ce sont des souvenirs précieux  
observations ultérieures; ce sont des  
t, tout grossiers qu'ils paraissent, dont  
lus d'un parti à tirer, si l'on a pris soin  
es rapports d'insertion par des signes  
les dimensions par des chiffres, et les ca-  
ivers par des *aplats*, par des mots, ou  
autres abrégatives.

n examine chaque région par les effets de  
e diffuse, et par ceux de la lumière ré-  
l'aide du miroir (fig. 5), que l'on pro-  
s la cuve. Le premier mode donne les  
s des surfaces et les reliefs de l'objet; le  
révèle la structure intime, et fournit le  
lire, dans l'intérieur d'un organe, les  
e la pointe du scalpel ne saurait aborder.  
e loupe (fig. 5) suspendue au levier coudé  
36), est un instrument indispensable,  
e anatomie fine; l'œil ne doit s'aventurer  
lédale d'une organisation réduite à ses  
termes, qu'à l'aide d'un instrument d'un  
est vaste et d'une aussi grande netteté  
vision. Mais lorsque la petitesse des dé-  
tasse à ce grossissement ordinaire, on  
mettre, sans déplacement, la membrane  
if du microscope composé. La monture  
scope double (459) a été modifiée dans  
tion.

effet, la tige (*tg*, fig. 1, pl. 5), peut

s'introduire dans une douille pratiquée dans l'é-  
paisseur de la table; on enlève la platine du porte-  
objet (*pl*), on enveloppe le cône des objectifs (*ob*)  
de son manchon en verre (fig. 15); le microscope  
peut plonger de la sorte dans le liquide de la cuve,  
à toutes les profondeurs; et à la faveur des mou-  
vements qu'exécute le levier horizontal (*le*), il est  
facile d'amener l'objectif au-dessus du moindre  
détail microscopique, dont on a remarqué la ré-  
gion avec la loupe; on l'éclaire soit avec le miroir  
du microscope lui-même, soit avec le miroir por-  
tatif (fig. 5), si la tige de l'autre n'arrive pas à  
point. Nous conseillons pourtant de ne pas dépas-  
ser, dans ces sortes d'observations, les grossisse-  
ments de 50 à 80 diamètres; les dimensions des  
organes de ce calibre n'exigeant pas une plus  
grande ampliation, et l'épaisseur des parois de la  
cuve s'opposant à la clarté que réclament impé-  
rieusement les grossissements supérieurs.

609. Les colorations artificielles peuvent rem-  
placer avantageusement, en certains cas, l'usage  
du scalpel, et rendre sensibles les parties les plus  
ténues d'un organe. On les produit par *injection*,  
ou par *réaction*.

610. L'injection sert à faire distinguer une ca-  
vité ou un réseau, en la colorant d'une manière  
particulière. En grand, on se sert d'une seringue  
à double courant; dans les injections en petit, un  
simple tube recourbé et effilé à la lampe par une  
de ses extrémités (fig. 20. pl. 5), tient lieu de cet  
instrument, et la pesanteur du liquide fait ici  
l'office de piston, surtout lorsqu'on emploie dans  
ce but le mercure. Cependant la résistance à la  
pesanteur a des bornes, et il arrive un degré où le  
liquide force l'obstacle, au lieu de suivre un réseau,  
et déchire les tissus, au lieu d'en tracer aux yeux la  
structure intime; il faut se méfier de ces accidents,  
qui en imposent à l'observation la plus conscien-  
cieuse. On colore de diverses manières les organes  
et la vascularité qui appartiennent à des régions  
diverses, ou qui ont une direction opposée; de  
même que dans les dissections en grand on injecte  
en bleu le système veineux, et en vermillon le  
système artériel. La substance colorante employée  
doit non-seulement se trouver à l'état liquide, mais  
encore persister dans cet état, jusqu'à ce qu'elle  
soit arrivée aux dernières limites qu'on a en vue  
d'atteindre. Le menstrue doit donc changer avec  
la nature des substances organisées qu'il aura à  
rencontrer sur son passage; ce sera l'eau ordi-  
naire pour les tissus aluminieux, l'alcool pour  
les tissus grasseux et oléagineux; l'ammoniac

la potasse, les acides étendus pour les tissus obstrués par l'albumine coagulée, ou par la graisse peu soluble dans l'alcool.

611. Les *réactions chimiques* (74) colorent certains tissus inabordables aux injections les plus fines. Le prussiate ferruré de potasse bleuirait les tubes ferrugineux, l'acide sulfurique saturé d'albumine ou d'huile, colorerait en purpurin les tissus saccharins; l'ammoniaque nous a servi admirablement pour tracer la région et la direction du canal intestinal de l'alcyonelle des étangs (\*) et d'autres infusoires; et c'est à trouver de pareilles réactions que chacun doit appliquer spécialement ses recherches. Ce sont des ressources anatomiques qui procurent les plus jolis résultats et les indications les plus sûres; car la réaction, courant de proche en proche, dessine les organes que nul instrument au monde ne parviendrait à disséquer.

612. Lorsqu'en parlant du dessin des préparations anatomiques, nous nous sommes servi de l'expression de croquis, n'allez pas croire que nous ayons voulu désigner des espèces de pochades, où l'esprit remplace l'observation, l'élégance du trait la vérité des contours, et où l'on vise à l'effet sans trop d'égard pour la fidélité de l'image; nous avons encore moins voulu désigner ces linéaments informes à force d'être inexacts, que l'on prend en courant et presque au vol, et qu'on livre ensuite au dessinateur, pour que de ces griffonnages indéchiffrables il en fasse sortir des figures régulières. La science de la micrographie n'est que trop encombrée de ces produits, enfants monstrueux de l'abus ou de l'oubli de l'art; jamais époque n'avait été plus féconde que la nôtre dans ce genre de beaux dessins, qui nous font regretter les gravures sur bois de nos anciens micrographes. Nous avons droit d'espérer que le terme de ces faciles peintures approche; car on ne doit pas perdre de vue qu'aujourd'hui l'usage du microscope s'est assez répandu pour nous donner des juges en fort grand nombre; il est passé ce beau temps, où, avec quatre paroles et une vingtaine de brillantes figures, on était cru, faute de pouvoir être contrôlé, et où l'on obtenait dix mille francs de récompense, ainsi que la faveur des mille bouches de la renommée, après avoir largement défiguré une dizaine d'organes en huit jours. On ne travaille plus dans ce but, aujourd'hui que tout le monde juge. Il faut renoncer à se jouer de la renommée par des couleurs éclatantes et par des

proportions exagérées; il faut enfin être micrographie, comme on l'est à la vue; il faut copier la nature dans ses atomes aussi bien que dans ses géants; et chaque fois que l'on se propose de propager par la gravure que petit qu'en soit l'objet, est un portrait, l'élégance des contours, ni l'éclat des accents ne saurait plus racheter le défaut de ressemblance et la fausseté des tons.

613. On ne doit admettre, au rang de croquis de détail, dont on se propose de former un ensemble, après l'étude complète des objets; on ne doit admettre que ceux, dont les contours, sans être purs et d'un seul jet, se dessinent cependant avec exactitude sur l'image; ils offrent toutes les dimensions. A cet effet, on mesure l'ouverture des angles, on note les divisions en longueur et en largeur, les abaissements d'une ligne, les rapports d'une face, et la topographie du détail que l'on a ainsi obtenu. Sans finir les ombres, on les circonscrit; sans s'occuper des nuances, on marque la couleur; on aplatit sur la surface ombrée au crayon; enfin on est sûr de l'exactitude du croquis; on passe à une autre région de l'objet, que l'on dessine de même; car peindre, c'est décrire; et décrire, c'est étudier. Après avoir soumis toutes les parties du corps à une étude semblable, l'artifice du dessin général se réduira à un simple assemblage dont la mémoire, riche encore du souvenir des rapports, dirigera la marche avec cette sûreté de coup d'œil qui caractérise les vérités démontrées.

614. Après avoir retiré, de l'emploi du microscope à dissection et de la loupe ordinaire, tout ce qui n'est que l'observation raisonnée et patiente est d'en espérer, l'on passe à l'emploi des instruments supérieurs; c'est après avoir étudié les organes qu'on passe à l'étude des tissus, et on transporte la cuve à dissection sur le porte-objet du microscope. Ici la transparence des objets, au lieu de la dissection, la coloration par les couleurs fait ressortir et met en évidence des organes que leur transparence confondait avec les tissus; la lame du scalpel s'effile en pointe fine, et son usage se borne à écarter les membranes, à étaler les membranes plissées, à rapprocher l'objet, à le retourner sous divers angles, pour présenter ses diverses faces à l'objectif, enfin à amener la goutte de réactif sous la goutte soumise au microscope. Quant à la dissection en grand, il est des êtres vivants

(\*) *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*, t. IV, 1828.

que la pointe la plus effilée les recouvre, et que le tranchant le plus acéré les aplatirait, au lieu de les pourfendre. Si l'espèce que vous observez est d'un genre qu'elle se laisse saisir par la pince, et que l'on puisse en diviser les parties avec le scalpel, n'allez pas vouloir ne la dis- soudre que par des grossissements considérables : c'est une gloutonnerie d'ampliation. si je puis dire ainsi, qui dénote un observateur non expérimenté. C'est afin de soustraire nos leçons de cette prétention vers l'impossible que nous avons totalement supprimé ces lames, qui, placées sur le porte-objet copes composés, y restent comme pour un vain qui n'a jamais à s'en servir ; nous ne débarrassé la platine, en l'élevant au-dessus du laboratoire, des reliefs et des an- tennes, qui, placées là que pour l'élégance, ainsi que les accessoires, qui, ne servant que le premier du mois, sont d'une embarrassante longueur pendant les vingt-neuf autres.

Il est difficile, en général, de transporter un objet, sur le porte-objet du microscope, un objet qu'on a distingué sous la loupe ; il se roule dans le trajet ; s'il est plongé dans le liquide, il semble éviter la pointe qui cherche à le saisir ; on ne le saisit qu'en le pinçant, ce qui déforme les formes, et on ne le dépose qu'en le laissant tomber. Si on l'observe à sec, il suffit, à la vé- rité, de recouvrir d'un peu de salive la pointe de la pince pour l'enlever par adhérence et le déposer dans la goutte d'eau, qui le recouvre ; mais la plupart des organes perdent leurs principaux caractères en se desséchant, et prennent plus en s'humectant de nou- veau liquide. Le microscope double (pl. 5, fig. 19), organisé, dans le but d'éviter ces con- vices accidents, qui fatiguent la patience, ne font pas perdre tout à fait l'occa- sion de l'objet qui sert à la dissection par la même lame que celui qui doit servir à l'observation microscopique, tout ce qu'on a pré- paré, et l'on n'est point exposé à perdre le fruit d'une préparation soignée. C'est un avantage dont les auteurs ont reconnu le mérite, depuis la publication de notre ouvrage, et que les auteurs ont fait de plus en plus, à me- sure qu'ils ont contracté l'habitude de l'in- strument, et consenti à construire

lequel ils vivent en nombreuses myriades, sur le porte-objet, au moyen du **PLONGEUR** en verre (pl. 5, fig. 19), tube de petit calibre qui se termine par une cloche ( $\beta$ ). On remarque la région où nage le petit animalcule, à travers le bocal du li- quide qui le renferme, on descend le **PLONGEUR** jusqu'au-dessus de ce point, en ayant soin de bou- cher avec le doigt l'orifice supérieur ( $\alpha$ ) du tube. Dès qu'on aperçoit que l'animalcule est dans l'axe de la cloche, on écarte et l'on replace brusque- ment le doigt sur l'orifice ( $\alpha$ ) ; la goutte de liquide que la pression de l'air a eu le temps de faire mon- ter dans la cloche ( $\beta$ ), y entraîne avec elle l'insecte, que l'on transporte ainsi comme dans un vase fermé. Mais pour ne pas inonder le porte-objet, d'une quantité de liquide, qui ne ferait que sous- traire plus longtemps l'animalcule aux recherches de l'observateur, on a la précaution de la déposer préalablement dans un verre de montre, où on la reprend sous un moindre volume, pour la placer au porte-objet. Moins la goutte employée est con- sidérable, et plus on rend faciles les observations. Lorsqu'on a reconnu que l'animalcule se trouve dans la gouttelette transportée, on la recouvre d'une petite lame de verre (574), si l'on n'a à se servir que de faibles grossissements, et d'une feuille de talc, si l'on s'attend à faire usage des grossissements supérieurs. Malgré les petits dé- fauts que l'on rencontre presque toujours dans les feuilles de talc, défauts, du reste, dont on tient compte, c'est encore la substance que nous préfé- rons, à cause de la minime épaisseur sous laquelle on peut l'obtenir. On recouvre la gouttelette, d'une lame transparente de verre ou de talc, non- seulement pour prévenir l'évaporation du liquide et en tenir la surface à la distance des objectifs, mais encore afin de donner au milieu dans lequel le corps observé est plongé, ce parallélisme des deux surfaces, propre à laisser passer les rayons lumineux qui leur arrivent perpendiculairement, sans leur faire subir la moindre déviation (392). Toutes les fois, au contraire, que la gouttelette est abandonnée à elle-même, elle s'arrondit en lentille, et offre sur les bords une ombre assez étendue, sous laquelle l'objet disparaît ou se déforme.

618. Tout étant ainsi disposé, on procède à l'étude du corps ; et cette étude en petit n'en doit pas être moins consciencieuse et raison- née.

vue qu'aujourd'hui  
et que l'opinion

312

des infusoires, du y

leurs de fantaisie, ni à l'élégance du métier, ni au format colossal des planches; elle veut du vrai, du vrai sans fard et sans stratagème. Gardez-vous donc bien de suivre les traces de ce dessinateur, dont on a voulu à tout prix faire un observateur, qui, avant d'avoir rien vu, avait soin de dessiner, de désigner par un solécisme grec ou latin, et même de peindre ce qu'on devait voir, et qui n'en faisait pas moins circuler ses peintures, alors que rien de ce qu'il avait peint ne pouvait être vu. Pour soutenir et défendre des réputations obtenues à ce prix, toute la puissance des moyens occultes ne saurait suffire: car la puissance de l'autorité académique échoue à la tâche. Ne dessinez que ce que vous avez vu, bien vu, plus d'une fois vu, et ne le dessinez qu'avec les détails et les dimensions de l'image; car on s'expose autant à mentir, en exagérant les dimensions, qu'en altérant les contours et les formes. Il est d'illustres auteurs, qui, pour effacer le souvenir des découvertes, qu'il ne leur était plus permis de contester, et qui, pour n'avoir plus à les attaquer, ont cru se les approprier, en allongeant outre mesure les organes, et en donnant un pouce carré à chaque petite cellule; ce stratagème a été si innocent que, pour faire parler de l'œuvre, il a fallu payer les citations encore plus cher que les éloges; et toutes ces délicates fleurs du langage académique n'ont duré que ce que durent les roses: l'espace d'un matin.

619. N'allez pas non plus perdre votre temps à reproduire, sous de nouveaux traits, des êtres qui ont été cent fois reproduits par la gravure; ne perdez pas votre temps à refaire ce qui a été une fois bien fait. Ne couvrez pas les planches que vous publiez, de détails anatomiques qui sont communs à tous les êtres du même règne; ne couvrez pas des décimètres carrés par des cellules et des vaisseaux qui se font de souvenir, dont on demande la symétrie au compas plutôt qu'à l'observation; joli treillage qu'on embellit encore avec un aplat de carmin ou avec du vert de vessie. Dessinez, dans l'intérêt de votre instruction, tout ce que vous rencontrerez pour la première fois; car pour conserver d'aussi petits objets, on n'a d'autres préparations anatomiques que le dessin. Mais ne publiez que ce qui sera nouveau pour la science; vous ne publierez peut-être qu'une planche en six mois; mais elle durera toute la vie, faveur que la fortune a oublié d'allouer à bien des travaux académiques; les micrographes de ce pays nous ont tellement mis en suspicion,

que nous n'osons presque plus les citer avec confiance, eux qui se citent si souvent entre eux. Il y a presque toujours cent à parier contre un que ce qui s'annonce avec tant de fracas, par de belles trompettes, est un nouveau coup donné à la nature, et une observation à rectifier. Vous en jugerez par vous-même, et vous ne serez pas à reconnaître qu'en tout ceci nous n'avons rien exagéré.

620. Pour bien voir, il faut longtemps regarder; il faut acclimater sa vue à cette lumière céleste, se familiariser avec ces tons transparents, ces ombres réfractées, ces jours vus de biais, éclairés par le milieu; avec ces nappes horizontales, sur lesquelles l'œil se promène sans cesse, où tout scintille, où rien ne reflète, où les accidents ont l'air de tout autant de taches dont les plans semblent perforés par la lumière, et enfin dont les reliefs s'établissent par le clair-obscur, et ne se distinguent point par le clair-obscur.

621. Demandez donc au tracé graphique, au raisonnement et aux réactifs, l'explication des effets de la lumière; et par la connaissance de ces effets, apprenez à reconnaître la véritable forme réelle des organes.

622. Commencez par mesurer l'image; toutes ses dimensions (510); placez sur le papier des points à tous les angles de la figure qui s'y dessine; tracez ensuite vos contours; voyez si l'image se superpose exactement à la figure. Occupez-vous après des détails de face, qui ont aussi leurs contours spécifiques; passez à l'ombre qu'après avoir achevé l'esquisse, et n'ombriguez pas arbitrairement les ombres de la réfraction ont aussi leurs nuances et leurs mille reflets; sous ce rapport c'est un long portrait à faire que de dessiner un grain de fécule de  $\frac{1}{8}$  de millimètre (pl. 6), à un simple grossissement de 150 fois.

623. Ne prenez pas des bosselures pour des cellules, des bulles d'air emprisonnées dans le tissu pour des organes, des poils pour des vaisseaux, ou pour les anastomoses d'une vascularité; du reste vous pourriez faire varier de manières par la pression seule; ne placez pas à l'intérieur d'un corps, un accident qui n'est que dessous, et que l'on aperçoit par transparence; n'établissez pas qu'un animalcule pénètre dans un œuf transparent, quand vous le voyez



sous cet organe; ni qu'un infusoire avale les molécules colorées, qui se fixent sur la surface de son corps. La micrographie est pleine de pareilles illusions, que les compilateurs recueillent le lendemain de l'annonce académique, et qu'on n'efface des pages de la science que dix ans de discussion (\*).

Observez les effets de la réfraction sur les faces de l'objet, si vous voulez arriver à connaître exactement la forme générale. Si l'objet a des mouvements trop brusques et nage rapidement, on limite sa course, et l'on ralentit son mouvement, en recouvrant la gouttelette d'une lame de talc. Si l'objet est inerte et immobile, on lui imprime des mouvements favorables à l'observation, en imprégnant l'eau qui le renferme, avec une larme d'alcool ou d'éther; il s'établit d'abord une tempête microscopique, à laquelle succède une agitation plus régulière, à mesure que l'évaporation se ralentit.

1. Des êtres organisés étudiez l'histoire : il faut observer les organes qui ne se dessinent bien qu'à une certaine époque, et à certains âges; l'ovaire et ses appendices à l'âge adulte; l'anus à l'instant de la défécation; le canal intestinal pendant la digestion; la bouche à celui de la déglutition; l'organe respiratoire se révèle par les courants qu'il détermine dans le liquide, et les fois qu'il est en fonction. Quant aux minéraux inorganiques, étudiez-en les angles et les formes par le jour et les ombres, et la nature, l'emploi des réactifs qui vont faire l'objet des manipulations suivantes.

2. Mais comme l'étude de l'histoire naturelle a besoin d'être comparative, tout aussi bien dans ses objets le plus petit, que dans ses infiniment grands, on verra plus d'une fois, dans le cours d'une série de recherches, la nécessité de pouvoir comparer l'objet que l'on trouve sous ses yeux, pour en saisir la disposition et sous la main, dans une position favorable. On se procure cet avantage par les procédés suivants. On filtre une dissolution de gomme arabique, pour la débarrasser de toutes les impuretés qui en altèrent la transparence; la substance soluble de la fécule obtenue par de nombreuses filtrations, remplacerait la gomme arabique avec une supériorité marquée, à cause

de sa grande pureté et de sa complète solubilité. Quoi qu'il en soit, on amène la dissolution à la consistance à demi sirupeuse, en laissant évaporer soit par l'ébullition, soit par l'exposition prolongée à l'air atmosphérique, dans un bocal couvert d'une gaze; et l'on conserve cette dissolution dans une éprouvette à patte fermée d'un bouchon de liège. Dans une autre éprouvette du même genre, on dépose une dissolution alcoolique d'une résine limpide. On se sert de la dissolution gommeuse pour emprisonner les corps humectés ou imbibés d'eau; on se sert de la dissolution résineuse pour emprisonner les corps gras et en général les corps secs, tels que les cristaux. Enfin, on emploie l'une ou l'autre de préférence, selon qu'on veut obtenir des effets plus ou moins prononcés de réfraction, et donner plus de relief à l'image de l'objet observé, par la différence du pouvoir réfringent du menstrue.

627. En conséquence, on dépose le corps observé sur une petite lame de verre plus longue que large, et d'une convenable épaisseur; on le recouvre d'une couche suffisante de la substance gommeuse ou résineuse; on s'assure que celle-ci ne renferme point ou presque point de bulles d'air; on applique alors une lame de verre très-mince (617) ou même de talc, sur la couche liquide. Après l'évaporation complète du menstrue, les deux lames du porte-objet et du couvercle se trouvent collées ensemble par la gomme ou la résine, et elles ne forment plus qu'une seule et même lame transparente, dans la substance de laquelle serait emprisonné l'objet, comme dans un silo. On écrit le nom spécifique et les dimensions sur une petite bande de papier, que l'on colle sur l'une des extrémités de la grande lame de verre. On peut se créer ainsi des collections nombreuses d'objets microscopiques, pour tous les genres de grossissements.

628. Dans la comparaison qu'on aura plus d'une fois à faire, entre son observation et les observations d'autrui, entre l'image qu'on aura dessinée à son microscope, et les dessins publiés par d'autres auteurs, il faudra de toute nécessité tenir compte de la différence des instruments. En effet, les effets d'optique varient selon l'espèce de combinaison de verres adoptés, selon la différence des courbures données aux lentilles combinées, et selon la masse de lumière que le microscope laisse parvenir sur

Le procédé le plus expéditif, pour dessiner ou peindre des objets microscopiques, c'est de prendre exactement, les uns, d'ombrer à l'estompe avec la mine de plomb, de les teinter; d'exposer le papier à l'humidité, et, après

qu'il a séché, de passer les aplats de couleur sur la mine de plomb même, dont on tient compte, lorsque l'on colorie d'après cet essai.

l'objet, et partant selon la courbure du miroir réfracteur et le diamètre du diaphragme par lequel arrive la lumière. Sous ce rapport il est impossible de trouver deux microscopes différents, qui donnent exactement les mêmes effets d'optique, alors même qu'ils seraient tous les deux construits avec une égale habileté. Il en est en effet du microscope, comme du jour, sous lequel nous observons les objets en grand; il varie à toutes les heures de la journée; et nous nous gardons bien de prononcer, que le paysage, qui s'étend devant nos croisées, ait changé de physionomie et d'accidents, parce que nous le contemplons revêtu de plus ou moins de lumière. De même gardons-nous d'accuser d'infidélité un dessin, parce que nous le trouverons plus ou moins ombré, plus ou moins accidenté, que le nôtre. Gardons-nous tout autant de prononcer qu'un microscope composé soit moins bon ou meilleur que le nôtre, parce que l'objet s'y présente avec des accidents de lumière, que celui dont nous nous servons ne reproduit pas. Ne perdons jamais de vue, que quelque perfection qu'on apporte à la confection d'un microscope, il est de l'essence de sa construction d'altérer toujours un peu l'image, dans un sens ou dans un autre (424). C'est à l'induction de tenir compte de cette circonstance, de l'évaluer, à l'égard du microscope dont on se sert habituellement, afin d'en faire la part avec exactitude, dans l'examen comparatif des figures publiées d'après un microscope différent.

## CHAPITRE IV.

### SOLUTION ET DISSOLUTION EN PETIT (26).

629. La solubilité et l'insolubilité étant un caractère du premier ordre, surtout en chimie organique; et la suspension des molécules d'un corps étant susceptible de simuler une dissolution, le seul instrument qui nous permette de décider les questions de ce genre, est certainement le microscope, puisque par son emploi nous pouvons aborder les dernières parcelles de la division mécanique; aussi depuis l'introduction de cet instrument dans les études positives, est-on revenu d'une foule d'idées fausses, qu'on s'était faites en grand, en confondant la suspension avec la dissolution.

630. Et pour ces sortes d'essais, c'est quelquefois de trop qu'un tube de verre (pl. 3, fig. 23 α),

ou qu'un verre de montre. La simple cavité fig. 8, 9, 10, *sp*) d'un *porte-objet à réaction*. Une parcelle de substance, grosse comme d'une épingle, est encore trop considérable pour un vase, où une goutte de menstrue dev

631. A cet effet, on essuie avec soin les surfaces des deux lames du porte-objet (486), qu'on applique l'une contre l'autre; on enduit l'une d'elles d'une couche inappréciable de substance d'un corps gras; on applique les deux lames par leurs deux extrémités, on les fait glisser l'une contre l'autre en les pressant fortement entre les doigts, et on amène ainsi la lame qui sert de verre, jusqu'aux deux tiers environ de la longueur (*sp*) de l'autre; on dépose la parcelle de substance au fond de ce vase à deux valves, en plaçant les lames perpendiculaires, l'ouverture en bas. On verse doucement le dissolvant, jusqu'à ce qu'il déborde, et on achève de recouvrir la cavité en faisant glisser brusquement la lame recouverte de manière à ne laisser pénétrer aucune bulle dans l'intérieur. Par une suite de mouvements va-et-vient, on achève de rendre l'adhérence des deux lames aussi parfaite qu'il est possible. On essuie l'appareil, et on a alors un vase hermétiquement fermé, que l'on peut soumettre à l'observation microscopique la plus prolongée.

632. Lorsque le dissolvant est une substance corrosive, on a soin de tenir les deux lames entre deux linges grossiers; car nous avons fait voir que, pour emprisonner la substance sans qu'elle se baigne de bulles d'air, il faut que le liquide ne puisse entrer dans le vase. Les bulles d'air en effet seraient un obstacle à la vision (582).

On a la précaution d'enduire les surfaces des deux lames, avec un corps qui soit inattaquable ou difficilement attaqué par le menstrue qu'on se propose d'emprisonner dans la cavité; et lorsque l'opération est terminée, et que les deux lames sont exactement appliquées l'une contre l'autre, on en revêt le tout avec le même corps, afin de prévenir la fuite du menstrue et l'introduction de l'air, par les fissures que les surfaces, les mieux polies et les plus souvent usées l'une contre l'autre, ne laissent pas d'offrir sur une assez grande portion de leur étendue. Ainsi l'enduit dont on se sert est de la cire si le menstrue est éthéré, alcoolique, ou un acide qui coagulent l'albumine; c'est de la résine ou une substance grasse, si le menstrue est aqueux, etc., etc. Avec ces précautions on peut conserver indéfiniment ces sortes de dissolutions, ainsi que les insectes ou les petites prépa-

ues, qu'on se propose d'étudier ou de plus tard (627).

Les dissolutions que l'on opère en grand doivent passer par l'inspection microscopique; on tente alors de déposer une goutte de liquide sur le porte-objet au moyen d'une baguette et pour préserver l'objectif des vapeurs émanant du liquide, on recouvre la goutte d'une feuille de talc. On peut, de cette manière non-seulement distinguer une simple dissolution apparente, mais encore dans toutes ses phases les effets du phénomène.

Il est des cas où il importe d'étudier l'influence de la chaleur sur une substance donnée, par exemple, pour ainsi dire, aux phénomènes les plus simples de l'ébullition. Nous avons fait connaître ce but deux formes d'appareils, l'un pour le microscope simple, et l'autre pour le microscope composé.

Pour le microscope simple, on remplace l'objet ordinaire par le porte-chaudière (pl. 3), dont on introduit la queue (q) dans la monture à crémaillère; on remplace le miroir réfracteur par une lampe à esprit-de-vin; et pour qu'on puisse éloigner ou la rapprocher à volonté, on place le microscope en dehors de la boîte qui le contient. La petite chaudière où doit s'opérer la dissolution ou la décoction (pl. 3, fig. 21, ch) est en verre soufflé, aplati supérieurement, et terminé inférieurement par deux tubes ouverts, comme par deux cornes, qui sont destinés à porter les vapeurs hors des yeux de l'observateur. On introduit dans la chaudière un peu de coton écreu ou d'amiant, et le liquide dont on doit se servir; on la remplit de telle sorte que nulle bulle d'air ne se loge sous la surface supérieure du liquide; on amène cette surface au foyer de la lampe; on veut faire usage, jusqu'à ce qu'on ait vu la couche du liquide et quelques fibrilles du corps. On approche alors de loin en loin la lampe, pour échauffer le verre. La flamme éclaire l'objet tout en chauffant le liquide. Or il arrive un instant où les corps microscopiques, dont on étudie la dissolution, viennent s'embarrasser entre le feutre et les fibrilles de coton, qui le retiennent dans une position favorable à l'étude, au lieu de l'empêcher de se dissoudre. On souffle pour enlever les corps.

à la panse du vase les plus petites dimensions que son art lui permette d'attendre, et de rendre la surface supérieure, celle contre laquelle s'applique la lentille, aussi unie, aussi pure et aussi aplatie qu'il le pourra; c'est là la surface essentielle du vase; on doit peut s'inquiéter des défauts que peuvent présenter les autres. Si l'on avait à craindre pour soi-même les effets de l'évaporation du liquide, on allongerait les deux cornes (c) du vase, au moyen de longs tubes de verre, qu'on unirait à celles-ci par le caoutchouc, et qu'on soutiendrait sur les deux supports (fig. 6 et 11, pl. 5) de la table laboratoire.

636. Pour le microscope composé, il n'est besoin de remplacer que le miroir (m, pl. 5, fig. 1), de tourner la platine en dehors de la boîte, de placer un verre de montre ou une petite capsule de verre (575) sur la platine (pl); ce sont là les vases propres à soumettre le liquide à la chaleur de la lampe qui doit servir de foyer et de miroir, qui doit échauffer le liquide et éclairer en même temps l'objet. On enfonce l'objectif (ob) dans le manchon (fig. 15) jusqu'au contact du verre et on plonge l'appareil dans le liquide, jusqu'à ce qu'on ait rencontré le corps, que l'on se propose d'observer, embarrassé dans les fibrilles de coton ou d'amiant, dont nous venons d'indiquer l'usage (635). Il est inutile de faire observer que le diaphragme (dd) serait un obstacle à cette opération; on a la précaution de l'enlever. Quoique le manchon de verre ne puisse jamais se trouver sans défaut, car il est soufflé à la lampe, cependant l'acheteur doit exiger que le bouton, qui se forme pendant l'insufflation, soit toujours placé hors du centre, et que la substance du verre offre peu d'épaisseur en cet endroit.

637. Il n'est pas toujours nécessaire du concours de ces appareils, pour se procurer au microscope les moyens d'assister aux phénomènes de l'ébullition du liquide. On peut obtenir ce résultat, en concentrant les rayons solaires sur la cavité du porte-objet, au moyen de la lentille réfléchissante (pl. 5, fig. 6), que l'on dispose à cet effet sur la platine du microscope (456). On peut même alors se dispenser de l'usage du manchon, en superposant un verre de montre, par sa surface convexe, au liquide contenu dans la cavité (sp) des porte-objets (pl. 5, fig. 8, 9, 10); il suffit, pour donner issue aux vapeurs, d'interposer un fragment de verre entre les surfaces des deux verres; mais ce procédé n'est propre qu'aux observations de courte durée, la quantité de liquide, que peut

renfermer une semblable cavité , étant trop vite épuisée par l'évaporation.

638. La quantité de substance employée doit être en rapport avec la petite quantité de menstrue, dans lequel on essaye de la dissoudre. Si le fragment était trop gros , il paraîtrait encore insoluble, alors que le liquide s'en serait entièrement saturé. On détermine ces rapports , en cubant, par des procédés micrométriques (491), le fragment de substance, et en jaugeant la capacité du segment de sphère, qui sert de vase à la macération. Il suffit pour cela d'obtenir la corde de ce segment, ainsi que le rayon de la sphère sur laquelle il a été pris. On détermine celle-ci au moyen d'un fil de fer très-doux que l'on applique contre la cavité dans le sens de l'arc, et que l'on tourne sur lui-même, pour s'assurer qu'il s'applique également partout; en transportant cet arc de fer sur le papier, il est facile au compas de compléter le cercle. On peut établir, par ces deux procédés, les rapports au moins approximatifs des quantités de menstrue et de substance employées à la dissolution.

639. Lorsqu'il s'agit des tissus organisés, il ne faut pas juger de l'insolubilité ou de la solubilité de la substance, par le changement de volume : car la charpente du tissu étant insoluble dans la plupart des menstrues, paraît n'avoir rien perdu de ses formes et de ses dimensions, alors qu'elle a cédé au dissolvant tout ce que recélaient ses mailles. En effet, le menstrue remplaçant la substance, ou pénétrant avec elle dans toutes les cavités, les cellules paraissent tout aussi distendues à la fin qu'au commencement de l'opération. C'est en sortant le tissu du menstrue, et en l'abandonnant à la dessiccation, qu'on s'assure de ses pertes.

640. Il est des corps qui exigent moins de temps pour se dissoudre, et dont on peut reconnaître la solubilité en les déposant, sans autre précaution, sur la gouttelette soumise à l'observation microscopique. Il faut toujours commencer par là, et n'avoir recours aux procédés précédents, que pour les corps que celui-ci a trouvés insolubles; on aurait tort de se prononcer sur l'insolubilité d'un corps, parce qu'il aurait semblé ne rien céder au liquide, pendant un si court espace de temps.

641. On reconnaît que la dissolution s'opère, lorsqu'on voit des stries s'échapper, des bords de la substance dans le menstrue, avec la couleur de la substance, ou seulement avec un pouvoir re-

fringent différent de celui du liquide. Le phénomène produit quelquefois au microscope, tous les effets de ces cils vibratiles, qu'on signe sous le nom de *cils vibratiles* microscopiques. L'huile dans l'eau, le camphre dans l'alcool, présentent un spectacle instantané; on voit les petits cils qui se montrent et disparaissent au liquide des mouvements, lesquels finissent par enlever des globules à la substance, et par les entraîner dans leur tourbillon. L'explication de ce phénomène, en petit, la même que pour le grand; c'est un simple effet hydraulique, lorsque, par suite de l'affinité réciproque de la substance et du menstrue, une première molécule s'échappe pour s'unir à une seconde, celle-ci augmente de volume, et se déplace, par conséquent, la molécule suivante s'échappe, et ainsi de suite. Le mouvement imprimé au déplacement sera d'autant plus rapide que la dissolution sera plus instantanée; et que molécule ainsi lancée dans le liquide, obéira à l'impulsion, qu'en suivant de suite des lois hydrauliques qu'elle suit au point d'où elle était partie, et en suivant un cercle, dans le cas où le mouvement l'entraîne ne trouve pas une pente pour s'arrêter. Or au microscope les courants sont d'autant plus distincts, qu'il y a avec eux plus de globules insolubles.

642. Mais le liquide ne saurait entraîner la molécule qui se dissout, sans que la substance n'éprouve une impulsion, car la pression exercée par la nouvelle molécule s'exerce dans tous les sens. Si donc le corps n'est ni trop lourd, ni attaché par sa surface à la surface du verre du porte-objet, si, par sa légèreté spécifique, il flotte sur la surface du menstrue, il obéira à son mouvement de répulsion imprimé par la molécule qui s'échappe de sa substance, et tournera et pirouettera sur lui-même, sans avancer ou reculer, selon que la dissolution s'opérera plus rapidement par l'une que par l'autre de ses surfaces, et dans l'une plutôt que de l'autre de ses faces. Chacun a dû remarquer en grand ce mouvement de dissolution, sur les gros fragments de substances, que l'on dépose dans un verre.

643. Ce spectacle est d'un plus grand intérêt au microscope, lorsque l'effluveance ac-

, par exemple, on fait dis-  
 fragments de craie dans un  
 l'acide carbonique de la craie,  
 ar l'acide fixe, s'échappe en  
 fig. 12 a') qui se succèdent et  
 la rapidité de l'éclair, et font  
 le fragment sur lui-même; ces  
 s'échappant, repoussent au-  
 e fragment de carbonate. Tout  
 également en grand, mais on  
 lion; et tout cela paraît une  
 oscope, si l'on ne s'applique  
 e qu'on voit en petit, d'après  
 ent notre jugement dans nos  
 and.

tant successivement la même  
 n de divers menstrues, on ar-  
 e que bien des corps micro-  
 été pris pour des tissus ou des  
 que des globules insolubles dans  
 s dans d'autres menstrues; et  
 mces, qui ont été considérées  
 les en toutes proportions dans  
 nt qu'y entrer en suspension.  
 à des résultats certains, dans  
 lions, il faut procéder en petit  
 ueur qu'en grand, et ne rien  
 e. N'allez pas (\*) décider que  
 ui flottent sur l'eau, sont inso-  
 n, parce qu'après avoir versé  
 l sur l'eau, vous les aurez re-  
 ; car une substance soluble dans  
 pas dans l'alcool étendu d'eau.  
 aire que l'eau se soit évaporée,  
 à sec les globules sur le porte-  
 isonner vos petits objets dans  
 u au moins à 40°; s'ils s'y dis-  
 , ce n'étaient pas des organes,  
 ulettelettes isolées de résine ou  
 prises arrivent encore tous les  
 physiciens, qui commencent à  
 ervation microscopique; à l'in-  
 vons cette page, on présente à  
 de l'Académie un *quiproquo*  
 donc tout aussi nécessaire au-  
 y a près de dix ans, d'entrer  
 lais sur les moyens de distin-  
 indissous des organes globu-  
 ainsi que sur les causes qui

peuvent arranger en globules les parcelles de  
 substance que le liquide dans lequel on les ob-  
 serve, divise, mais ne dissout pas.

645. Toute substance liquide insoluble dans un  
 autre liquide, mais d'une moindre densité, s'y  
 arrange en lentilles lorsqu'on l'y divise par l'agi-  
 tation; tout le monde a reconnu cet effet de l'agi-  
 tation sur l'huile ordinaire, c'est une loi de la  
 capillarité. Par le repos, on voit toutes ces petites  
 lentilles se rapprocher, se réunir en lentilles d'un  
 plus grand diamètre, et former ensuite une cou-  
 che qui peut s'étendre d'un bord du vase à l'autre,  
 si le nombre de ces lentilles est assez grand, et si  
 la substance est de composition, et par conséquent  
 de densité homogène.

646. Mais il arrive des cas, et ils sont fréquents  
 dans l'étude des corps organisés, où ces molécules  
 indissoutes possèdent des densités différentes, en  
 sorte que les unes peuvent rester, plus longtemps  
 que les autres, à différentes profondeurs. Dans ce  
 cas, ces molécules s'arrangent en globules parfai-  
 tement sphériques, qui réfractent tellement les  
 rayons lumineux, qu'ils en apparaissent noirs  
 avec un petit point lumineux au centre; si le dia-  
 mètre de leur image ne dépasse pas un millimètre,  
 au grossissement dont on se sert, ils jouent le rôle  
 d'autant d'organes qu'aurait isolés le déchirement  
 du tissu. Or, la différence de densité, dont chacun  
 de ces globules donne des signes, par la profon-  
 deur du liquide à laquelle il s'arrête en suspension,  
 cette différence leur vient d'un mélange ou d'un  
 menstrue, et de ce que chacun d'eux renferme  
 une quantité différente de la substance qui lui est  
 étrangère.

647. Ne décidez donc pas que les globules, que  
 vous voyez flotter dans le liquide soumis à l'objec-  
 tif du microscope, sont des organes; mais faites-  
 en l'analyse, avant de vous prononcer sur leur na-  
 ture et leur origine; et vous reconnaîtrez, dans  
 un grand nombre de cas, que ces prétendus or-  
 ganes ne sont qu'un précipité globulaire d'albu-  
 mine, de gluten, d'huile essentielle, ou de résine  
 liquide. Les expériences suivantes mettront le fait  
 dans toute son évidence.

648. Versez une goutte d'eau distillée dans l'eau  
 de Cologne, qui, comme on le sait, n'est qu'une  
 dissolution alcoolique de diverses essences végé-  
 tales, et tout à coup la liqueur deviendra laiteuse  
 (116) à l'œil nu; et au microscope on y verra se  
 mouvoir, avec la rapidité de la tempête, si on ob-  
 serve en vase ouvert (598), des myriades de glo-  
 bules de même diamètre et de même pouvoir ré-  
 fringent, mais dont la grosseur variera en raison



renfermer une semblable cavité , étant trop vite épuisée par l'évaporation.

639. La quantité de substance employée doit être en rapport avec la petite quantité de menstrue, dans lequel on essaye de la dissoudre. Si le fragment était trop gros , il paraîtrait encore insoluble, alors que le liquide s'en serait entièrement saturé. On détermine ces rapports , en cubant, par des procédés micrométriques (491), le fragment de substance, et en jugeant la capacité du segment de sphère, qui sert de vase à la macération. Il suffit pour cela d'obtenir la corde de ce segment, ainsi que le rayon de la sphère sur laquelle il a été pris. On détermine celle-ci au moyen d'un fil de fer très-doux que l'on applique contre la cavité dans le sens de l'arc, et que l'on tourne sur lui-même, pour s'assurer qu'il s'applique également partout; en transportant cet arc de fer sur le papier, il est facile au compas de compléter le cercle. On peut établir, par ces deux procédés, les rapports au moins approximatifs des quantités de menstrue et de substance employées à la dissolution.

639. Lorsqu'il s'agit des tissus organisés, il ne faut pas juger de l'insolubilité ou de la solubilité de la substance, par le changement de volume : car la charpente du tissu étant insoluble dans la plupart des menstrues, paraît n'avoir rien perdu de ses formes et de ses dimensions, alors qu'elle a cédé au dissolvant tout ce que recélaient ses mailles. En effet, le menstrue remplaçant la substance, ou pénétrant avec elle dans toutes les cavités, les cellules paraissent tout aussi distendues à la fin qu'au commencement de l'opération. C'est en sortant le tissu du menstrue, et en l'abandonnant à la dessiccation, qu'on s'assure de ses pertes.

640. Il est des corps qui exigent moins de temps pour se dissoudre, et dont on peut reconnaître la solubilité en les déposant, sans autre précaution, sur la gouttelette soumise à l'observation microscopique. Il faut toujours commencer par là, et n'avoir recours aux procédés précédents, que pour les corps que celui-ci a trouvés insolubles; on aurait tort de se prononcer sur l'insolubilité d'un corps, parce qu'il aurait semblé ne rien céder au liquide, pendant un si court espace de temps.

641. On reconnaît que la dissolution s'opère, lorsqu'on voit des stries s'échapper, des bords de la substance dans le menstrue, avec la couleur de la substance, ou seulement avec un pouvoir ré-

fringent différent de celui du liquide (579). Ce phénomène produit quelquefois au microscope tous les effets de ces cils illusoires, que l'on signe sous le nom de *cils vibratiles* des animaux microscopiques. L'huile dans l'acide sulfurique, le camphre dans l'alcool, présentent spectacle instantanément; on voit la gouttelette d'huile et le fragment de camphre se border de petits cils qui se montrent et disparaissent, et impriment au liquide des mouvements giratoires lesquels finissent par enlever des larmes ou globules à la substance, et par les entraîner dans leur tourbillon. L'explication du phénomène est, en petit, la même que pour les remous en grand; c'est un simple effet hydraulique. En effet, lorsque, par suite de l'affinité réciproque de la substance et du menstrue, une molécule de la première s'échappe pour s'unir à une molécule du second, celle-ci augmente de volume, et déplace, par conséquent, la molécule qui vient après lui. Le mouvement imprimé au liquide par ce déplacement sera d'autant plus rapide que la dissolution sera plus instantanée; et comme chaque molécule ainsi lancée dans le liquide ne saurait obéir à l'impulsion, qu'en suivant des résultats il suit des lois hydrauliques qu'elle doit revenir au point d'où elle était partie, et cela en décrivant un cercle, dans le cas où le courant qu'elle entraîne ne trouve pas une pente pour s'échapper. Or au microscope les courants circulaires sont d'autant plus distincts, qu'ils entraînent avec eux plus de globules insolubles ou indissolubles.

642. Mais le liquide ne saurait être déplacé par la molécule qui se dissout, sans que le fragment de substance n'éprouve une impulsion contraire, car la pression exercée par la nouvelle molécule s'exerce dans tous les sens. Si donc le fragment n'est ni trop lourd, ni attaché par agglutination à la surface du verre du *porte-objet*, et sur lequel, par sa légèreté spécifique, il vogue à la surface du menstrue, il obéira à son tour au mouvement de répulsion imprimé par chaque molécule qui s'échappe de sa substance, et on le verra tourner et pirouetter sur lui-même, monter, descendre, avancer ou reculer, selon que la dissolution s'opérera plus rapidement par l'une plutôt que par l'autre de ses surfaces, et dans le sens de l'une plutôt que de l'autre de ses dimensions. Chacun a dû remarquer en grand ces effets de dissolution, sur les gros fragments de sucre ou de cire, que l'on dépose dans un verre d'eau.

643. Ce spectacle est bien plus piquant au microscope, lorsque l'effervescence accompagnée

sque, par exemple, on fait dis-  
ts fragments de craie dans un  
au. L'acide carbonique de la craie,  
é par l'acide fixe, s'échappe en  
l. 8, fig. 12 a') qui se succèdent et  
rec la rapidité de l'éclair, et font  
ant le fragment sur lui-même; ces  
, en s'échappant, repoussent au-  
que le fragment de carbonate. Tout  
nte également en grand, mais on  
tention; et tout cela paraît une  
microscope, si l'on ne s'applique  
r ce qu'on voit en petit, d'après  
lirigent notre jugement dans nos  
grand.

mettant successivement la même  
ction de divers menstrues, on ar-  
increr que bien des corps micro-  
ont été pris pour des tissus ou des  
nt que des globules insolubles dans  
ubles dans d'autres menstrues; et  
stances, qui ont été considérées  
olubles en toutes proportions dans  
e font qu'y entrer en suspension.  
iver à des résultats certains, dans  
fications, il faut procéder en petit  
r rigueur qu'en grand, et ne rien  
égère. N'allez pas (\*) décider que  
s, qui flottent sur l'eau, sont insol-  
alcool, parce qu'après avoir versé  
alcool sur l'eau, vous les aurez re-  
bles; car une substance soluble dans  
est pas dans l'alcool étendu d'eau.  
ontraire que l'eau se soit évaporée,  
né à sec les globules sur le porte-  
mprisonner vos petits objets dans  
re ou au moins à 40°; s'ils s'y dis-  
tiller, ce n'étaient pas des organes,  
gouttelettes isolées de résine ou  
méprises arrivent encore tous les  
nos physiciens, qui commencent à  
observation microscopique; à l'in-  
écrivons cette page, on présente à  
tion de l'Académie un *quiproquo*  
l'est donc tout aussi nécessaire au-  
il y a près de dix ans, d'entrer  
détails sur les moyens de distin-  
bles indissous des organes globu-  
les, ainsi que sur les causes qui

peuvent arranger en globules les parcelles de  
substance que le liquide dans lequel on les ob-  
serve, divise, mais ne dissout pas.

645. Toute substance liquide insoluble dans un  
autre liquide, mais d'une moindre densité, s'y  
arrange en lentilles lorsqu'on l'y divise par l'agi-  
tation; tout le monde a reconnu cet effet de l'agi-  
tation sur l'huile ordinaire, c'est une loi de la  
capillarité. Par le repos, on voit toutes ces petites  
lentilles se rapprocher, se réunir en lentilles d'un  
plus grand diamètre, et former ensuite une cou-  
che qui peut s'étendre d'un bord du vase à l'autre,  
si le nombre de ces lentilles est assez grand, et si  
la substance est de composition, et par conséquent  
de densité homogène.

646. Mais il arrive des cas, et ils sont fréquents  
dans l'étude des corps organisés, où ces molécules  
indissoutes possèdent des densités différentes, en  
sorte que les unes peuvent rester, plus longtemps  
que les autres, à différentes profondeurs. Dans ce  
cas, ces molécules s'arrangent en globules parfai-  
tement sphériques, qui réfractent tellement les  
rayons lumineux, qu'ils en apparaissent noirs  
avec un petit point lumineux au centre; si le dia-  
mètre de leur image ne dépasse pas un millimètre,  
au grossissement dont on se sert, ils jouent le rôle  
d'autant d'organes qu'aurait isolés le déchirement  
du tissu. Or, la différence de densité, dont chacun  
de ces globules donne des signes, par la profon-  
deur du liquide à laquelle il s'arrête en suspension,  
cette différence leur vient d'un mélange ou d'un  
menstrue, et de ce que chacun d'eux renferme  
une quantité différente de la substance qui lui est  
étrangère.

647. Ne décidez donc pas que les globules, que  
vous voyez flotter dans le liquide soumis à l'objec-  
tif du microscope, sont des organes; mais faites-  
en l'analyse, avant de vous prononcer sur leur na-  
ture et leur origine; et vous reconnaîtrez, dans  
un grand nombre de cas, que ces prétendus or-  
ganes ne sont qu'un précipité globulaire d'albu-  
mine, de gluten, d'huile essentielle, ou de résine  
liquide. Les expériences suivantes mettront le fait  
dans toute son évidence.

648. Versez une goutte d'eau distillée dans l'eau  
de Cologne, qui, comme on le sait, n'est qu'une  
dissolution alcoolique de diverses essences végé-  
tales, et tout à coup la liqueur deviendra laiteuse  
(116) à l'œil nu; et au microscope on y verra se  
mouvoir, avec la rapidité de la tempête, si on ob-  
serve en vase ouvert (598), des myriades de glo-  
bules de même diamètre et de même pouvoir ré-  
fringent, mais dont la grosseur variera en raison

des quantités respectives du menstrue, des huiles essentielles, et de l'eau qui les précipite.

649. Il en sera de même de toute dissolution alcoolique ou éthérée de substances liquides, qu'on cherchera à précipiter au moyen de l'eau; on croirait, à la première vue, et tant que la gouttelle microscopique n'est pas évaporée, on croirait avoir devant soi des myriades de *monades* s'agitant avec une vélocité inaccoutumée. Mais en laissant évaporer le liquide, et lorsque tous ces globules se sont attachés à la lame de verre, on s'assure de nouveau qu'ils ne sont rien moins qu'organisés, en les recouvrant d'une nappe d'alcool ou d'éther; ils disparaissent en effet alors presque tout à coup à la vue.

650. Toute substance qui se précipite (110) à l'état liquide, d'un menstrue qui la tenait auparavant en dissolution, prend la forme globulaire; et les globules sont d'autant plus analogues entre eux par la forme et le diamètre, que la précipitation se fait avec plus de régularité.

651. Dissolvez de l'albumine de l'œuf dans l'acide hydrochlorique concentré, le liquide prendra successivement une teinte purpurine et violette, si l'on opère dans un flacon bouché à l'émeri et qu'on abandonne le mélange plusieurs heures à lui-même. Exposez alors dans une capsule de verre la portion liquide de la dissolution, à l'évaporation spontanée, et vous ne tarderez pas à voir le fond du vase se couvrir d'une couche poudreuse, blanche, qui, observée au microscope, ne se compose que de jolis globules blancs sphériques et d'un égal diamètre; ce sont des globules d'albumine, qu'une nouvelle addition d'acide hydrochlorique redissoudra de nouveau. Tout autre menstrue volatil, dans lequel l'albumine est soluble, l'abandonnerait sous les mêmes formes, en s'évaporant, pourvu toutefois que l'évaporation eût lieu avec la régularité de l'évaporation de l'acide hydrochlorique.

652. Le gluten ou albumine végétale présente les mêmes phénomènes, si on abandonne à l'évaporation l'acide volatil ou l'ammoniaque qui le tenait en dissolution. Le liquide en devient laiteux, par la formation d'innombrables globules d'égal diamètre, qu'on prendrait, de prime abord, pour tout autant d'organes et même de monades en mouvement, lorsqu'on les observe au microscope.

653. La forme et les dimensions de ces globules varient dans le même liquide, lorsque leur substance est un mélange de deux ou trois substances différentes. C'est ainsi qu'ayant dissous un mélange

de sucre et d'huile dans l'alcool concentré et lant, il se produisit par le refroidissement cipité en apparence sirupeux, et qui, observé au microscope, ne se composait que de beaux limpides, parfaitement isolés, quoiqu'en les uns avec les autres, et dont les dimensions variaient depuis  $\frac{1}{15}$  jusqu'à  $\frac{1}{300}$  de millimètre. Une larme de ce dépôt placée au microscope, avait l'air d'un tissu cellulaire distinctes et presque désagrégées, d'une parfaite limpidité et se superposant le font les globules de fécule de la plus belle pièce.

654. Quelquefois ces grands globes produisant la précipitation, sont des espèces d'agré plusieurs autres globes d'un moindre diamètre en sorte qu'ils apparaissent alors comme des cellules grossies de plus petites cellules, et analogues aux cellules vertes, qui se désagrègent dans par le déchirement du tissu des feuilles (pl. 6, fig. 20).

655. Or nous pourrions rencontrer toutes ces choses d'avance, dans l'étude d'une dissection microscopique, les circonstances que nous nous bornons à vouloir par les procédés précédents, comme nous en ignorerons l'origine, nous exposés à prendre et à dessiner, ainsi qu'il est d'autant d'organes, les simples formes d'une précipitation. Cette méprise a été consignée plusieurs fois dans les livres, avec tout l'appareil de la vérité et d'un fait sagement observé. C'est surtout que l'analyse chimique doit servir d'aide à la dissection, et en éclairer la marche que les inductions.

## CHAPITRE V.

### ÉTUDE DES RÉACTIONS EN PETIT

656. L'art d'opérer en petit n'est pas seulement un art économique, c'est un art méthodique, en effet, a pour but de multiplier les observations, en abrégant leur durée, et n'aplanit les difficultés que pour rendre plus courte la route qui conduit au vrai; au lieu que les chimistes les plus sages opèrent tous leurs essais sur des quantités minimales; et les résultats dont ils font usage le plus fréquemment ne sont pas le calibre des verres de montre. Au contraire, craindrait de déroger, et

position, pour la réaction chimique la rente, des livres de substance, de sules de platine, et des ballons d'un ins de capacité; aux yeux de cet on ne fait de la bonne chimie qu'aux ouvernement et sous la voûte d'un e; la dignité de l'oxygène et de serait compromise, à n'avoir, pour librement, que le coin de la cheminée r de la mansarde; aux yeux du même atomie transcendante est celle de l'élé- le n'avancera d'un pas de plus qu'alors ra loisible de disséquer un mammoth. et homme-là du platine en abondance, ces par quintaux, une basilique pour re et des mammoths à disséquer, lui a été octroyé de voir la nature que bre, et d'être heureux qu'en raison du volume. Pour nous, n'oublions jamais re est la même sous toutes les dimen- lle n'est ni grande ni petite, qu'elle est la grandeur est un rapport donné par s de nos organes, mais que toute vérité ent grande, dès qu'elle est démontrée. nséquence que celle d'un homme, qui peser par la théorie les atomes des ui dédaigne les moyens par lesquels on rder la molécule! Est-il permis de s'en pte, si ce n'est en pensant que c'est équence de commande, qu'on affiche en ordre, et dont on a hâte de se dépouil- et et par devers soi? Mais, grâce à la du vrai, on n'ose presque plus aujour- nander de pareilles inconséquences. La ventionnée n'a presque plus horreur du montre; que dis-je? elle commence à sans l'avouer; et elle s'en sert d'une ur qu'il lui arrive de nous le casser sur e qui, du moins, vu les dimensions des saurait faire beaucoup de mal.

ins toutes les espèces de recherches, voir distinctement, et raisonnez juste; le ensuite sous quel volume vous aurez

nous portons, sous ce rapport, encore a hardiesse; nous abandonnons le verre e, et nous abordons le porte-objet à est-à-dire que nous étudions la réaction sur un champ d'un peu moins d'un mil-

première condition à remplir, dans toute microscopique, c'est de tenir le porte-

objet dans un état de propreté microscopique à son tour, et de n'employer les réactifs, qu'après avoir constaté, au microscope, la nature des impuretés qu'ils sont dans le cas de contenir; sans cette précaution, on s'exposerait à prendre des fibrilles de poussière, des débris d'étoffes et du filtre en papier, des filaments de coton, etc., pour des organes nouveaux, ou même pour des produits de la réaction. On place, en conséquence, le réactif en premier lieu sur le porte-objet, on en reconnaît la coloration spéciale et le nombre des impuretés. Tous les phénomènes qui s'y montreront, lorsqu'on y aura déposé la substance d'essai, appartiendront dès lors nécessairement à l'action de la substance seule.

660. Que si la substance est attachée à une lame de verre, et en trop petite quantité, pour qu'on puisse impunément en transporter des fragments sur une autre lame, on l'examinera avec soin, pour s'orienter dans l'espace qui renferme l'objet dont on veut étudier la nature, et afin de pouvoir reconnaître ce qui l'entoure, lorsque tout sera déplacé, par suite du mouvement de la réaction; sur un autre porte-objet, on soumet le réactif à la même investigation; et on amène ensuite en contact le réactif et la substance sous l'objectif du microscope, de manière à assister à la réaction, depuis le commencement jusqu'à la fin. On n'écrit et on ne dessine un résultat, que lorsqu'après avoir réitéré, s'il le faut, l'opération, on est parvenu à s'en faire une idée nette; on passe alors à d'autres réactions, en suivant la même marche.

661. Pour amener le réactif sur la substance sous ses propres yeux, on en place une goutte sur la lame du porte-objet, à une distance quelconque de la place qu'occupe la substance. On promène, sous la lentille, la pointe d'une aiguille d'acier ou de platine (pl. 5, fig. 18, *aig*), selon la nature du réactif, jusqu'à ce qu'on ait rencontré le mouvement de la main, capable d'amener la pointe à la hauteur de l'objet qu'on observe, en ayant soin de ne point heurter celui-ci. On continue la courbe jusqu'à ce qu'on soit arrivé à rencontrer la goutte de réactif, dans laquelle alors on plonge la pointe de l'aiguille; et en suivant la courbe du premier mouvement, on amène sur la substance la gouttelette du réactif, qui suit, sur la lame de verre, les traces de l'extrémité du fil. Lorsqu'on n'a pas besoin d'employer une si grande quantité de substance, on se contente de tremper

l'extrémité de la pointe dans le liquide du réactif. et la goutte qui reste adhérente au métal suffit pour donner une réaction distincte.

662. Si l'on craignait de perdre une occasion rare et presque unique, et qu'on attachât une grande importance à réussir dès la première fois, on disposerait, le long du tube du microscope, un tube de verre du calibre de deux ou trois millimètres, courbé et effilé à son extrémité inférieure; on amènerait celle-ci sur le porte-objet tout auprès de l'objet qu'on observe; on introduirait une goutte de réactif dans l'extrémité supérieure, au moyen de l'entonnoir à mercure (pl. 3, fig. 24); par la force de la capillarité, cette petite fraction de liquide s'arrêterait à l'extrémité effilée; on s'assurerait alors que l'orifice de celle-ci est en regard de l'objet qu'on veut soumettre au réactif; et, tout en ayant l'œil au microscope, on n'aurait qu'à souffler légèrement par l'extrémité supérieure du tube de verre, pour faire arriver le réactif sur l'objet; mais dans le plus grand nombre de cas, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à une manipulation aussi délicate.

663. Lorsqu'on se sert, pour les réactions, des porte-objets à cavités (pl. 5, fig. 9), il suffit souvent d'incliner légèrement la platine du microscope, en calant un des côtés de son support, pour faire couler le réactif sur la substance elle-même; et afin d'éviter que le liquide ne prenne une direction à droite ou à gauche, on aura alors la précaution, soit de l'encaisser dans une espèce de gouttière en cire ou en argile, soit de corroder la gouttière dans la substance du verre lui-même. Dans le premier cas, il n'est besoin que de placer sur la lame deux petits cordons parallèles de cire ou d'argile, ou même de graisser toute la surface de la lame de verre, à l'exception de celle qu'on veut faire parcourir au réactif.

664. Nous avons ci-dessus décrit les procédés destinés à faciliter l'observation, dans l'emploi des liquides volatils (488).

665. L'effervescence est une réaction dont on peut tirer le plus grand parti au microscope; parce que la gazéification, qui en est la cause, se fait toujours sous un volume reconnaissable, quelle que soit la quantité de substance sur laquelle on opère; car les gaz, par la propriété qu'ils ont de se dilater indéfiniment, et de s'arrondir en bulles dans tout milieu liquide (577), ne sauraient échapper à l'œil qui en observe le dégagement, au moyen de la réfraction.

666. Si, dans un liquide observé, vous voyez un rhomboëdre ou un bloc opaque de petite dimension, qui reste insoluble, et restant où vous ferez parvenir près de lui un d'acide nitrique ou hydrochlorique, ou étendu d'eau, il s'en dégage des bulles (pl. 9, fig. 8, f'), qui disparaissent en s'élevant du liquide, et qu'après la fin de cette effervescence le cristal ait disparu à son tour, vous avez devant les yeux un cristal ou un fragment de carbonate, qui, dans les tissus et les corps organiques, est presque toujours calcaire. On peut s'assurer au moyen d'autres réactions.

667. Si le cristal est soluble, ce sera un carbonate, qui, en chimie organique, est communément à base de soude ou de potasse. On le reconnaîtra encore par d'autres réactions.

668. Si l'on veut constater qu'une substance déposée sur le porte-objet, à la suite de l'évaporation d'un liquide, appartient aux bicarbonates, à l'hydrochlorate de soude, par exemple (pl. 8, fig. 12, a), aux nitrates, aux sulfates, etc., on l'attaquera d'abord par l'acide étendu d'eau, qui la dissoudra sans effervescence, et la déposera une seconde fois sous forme cristalline. Si, au contraire, on amène sur ce résidu une goutte d'acide sulfurique concentré, lorsqu'il se produira l'effervescence la plus vive, le résidu détaché de la surface du verre semblera se soulever; cette petite tempête qui émane de son sein s'agitera dans tous les sens, lancé çà et là par le gaz volatil que l'acide sulfurique élimine, et par les bulles gazeuses (a'), en se combinant avec la base du sel.

669. Si la présence d'un alcali caustique, par exemple, produit de l'effervescence dans un liquide, ou détermine, sur un objet observé au microscope, l'apparition d'un gaz (577), c'est une preuve de l'existence d'un acide fixe et à base d'ammoniaque.

670. Après l'effervescence, les réactions précieuses au microscope sont celles qui ont lieu sur les objets. La solution aqueuse d'iode, en jaunissant les tissus, indique que les globules ou moindres parties que l'on a sous les yeux contiennent des globules de fécule, en les revêtant d'une teinte plus ou moins foncée de violet (pl. 6, fig. 2, a). L'indication serait la même, si la coloration bleue se manifestait dans le liquide observé, et non sur des tissus; elle colore également en bleu la résine de gomme et les grains de pollen. L'alcalinité du liquide p



le l'iode; en sorte qu'on ne doit, en prononcer sur l'absence de ce caractère avoir préalablement aiguisé la réaction, à moins qu'on n'emploie l'iode en quantité, ce qui ne s'obtient que par l'alcoolique; mais celle-ci serait dans l'usage certains liquides, de nuire à la production des magmas, et même de la substance féculente à la réaction enveloppant dans la portion coagu-

prussiate ferruré de potasse, aiguisé colore en bleu les tissus et les liquides, et cette coloration est aussi distincte qu'en grand, quelles que soient les dimensions de l'objet microscopique.

L'acide nitrique colore en jaune les tissus (pl. 8, fig. 1, *f*); l'acide hydrochlorique colore en purpurin d'abord, et en bleu (pl. 8, fig. 1, *d, e*); l'acide sulfurique colore en blanc d'abord, puis les noircit, ainsi que tous les tissus organiques de quelque nature qu'ils soient, que l'on prolonge l'action; à la longue, il les rend lobules noirs, et ceux-ci en d'autres de plus faible dimension; il en est de même de l'action de l'acide hydrochlorique concentré et de tous les acides énergiques minéraux sur les tissus organisés, à l'exception de l'acide nitrique, qui les transforme en charbon.

L'acide sulfurique colore en jaune le sucre, et rouille les huiles.

L'acide sulfurique tenant en dissolution de l'or ou de l'huile d'olive, imprime, à tout instant, une magnifique couleur purpurine; l'acide sulfurique tenant en dissolution le fer, imprime la même coloration et à l'animal ou végétal, et aux huiles; le fer prend la même coloration par l'usage, d'après Elsner.

Les alcalis liquides (et au microscope on préfère de l'ammoniaque étendue) colorent en bleu les cellules de certains éléments colorés en purpurin. Le plus minéral ou organique colore en purpurin les cellules de certains tissus remplis d'une substance colorante bleue.

Le liquide acide rougira, par la même raison, le tannin liquide (54) qu'on amène dans un liquide alcalin bleuir le tournesol et l'acide.

Les dissolutions cuivrées coloreront en bleu les

les tissus qui renferment de l'ammoniaque libre ou en excès.

678. Le muriate de platine exige au microscope une certaine habitude; parce que sa couleur, déjà citrine, peut donner le change, sur la coloration jaune, qu'il doit communiquer à la potasse et à l'ammoniaque. En cristallisant par évaporation, ce réactif seul se colore presque, comme s'il était mêlé à la potasse, et ses cristaux affectent à peu près les mêmes formes que par la présence de cette base; ce sont des lames hexagonales isolées les unes des autres; or, comme au microscope la couleur jaune est celle qui admet le moins de nuances distinctes, nous avons, en général, retiré de très-faibles indications de ce réactif. Cependant, en procédant d'une manière comparative, il sera possible d'en obtenir un parti plus satisfaisant.

679. Le nitrate d'argent dénotera la présence des hydrochlorates dans la gouttelette microscopique, en troublant la transparence du liquide d'abord, et en se colorant en violâtre, par une exposition prolongée à l'air.

680. Les cellules remplies de cire perdent leur opacité, et se colorent légèrement en jaune par l'ammoniaque, qui ensuite, en s'évaporant, abandonne la cire, sous forme de plaques plus légères que l'eau.

681. Les cellules rendues opaques par la présence d'une résine solide, ou qui réfractent fortement en bleu la lumière par l'huile essentielle ou fixe qui les distend, se décolorent, acquièrent une limpidité toujours croissante, et finissent par s'aplatir tout à fait, après un séjour plus ou moins prolongé dans l'alcool, dans l'éther, dans un acide faible, et même dans l'huile d'olive ou autre.

682. Les tissus rendus opaques au microscope, par la présence de cristaux de diverse nature, reprennent leur transparence naturelle dans un acide faible ou énergique, si ces cristaux sont des sels ou bien dans la solution de potasse, si ces cristaux sont siliceux.

683. Le séjour dans l'eau pure suffit pour rendre leur transparence aux tissus, dont l'opacité provenait de la présence du mucilage, de la gomme, de l'albumine liquide, ou d'un sel en état de dissolution.

684. L'alcool, l'éther, au contraire, rendent opaques (\*) les cellules remplies d'une gomme li-

(\*) Tout objet opaque apparaît noir au microscope, par transmission des rayons lumineux, alors même que, par réflexion, il serait d'une blancheur éclatante.

quide ou d'albumine ; et ces deux réactifs granuleux et plissent les membranes glutineuses et fibreuses.

685. Toute cellule pleine d'air ou de gaz est noire, lorsqu'on l'observe sous une nappe de liquide.

686. Or, comme les diverses substances organiques se trouvent logées dans des cellules microscopiques, et souvent séparées entre elles par les plus faibles distances, et même par la simple épaisseur de deux membranes accolées sur leurs parois respectives, il sera aussi prompt que facile, au moyen des réactions microscopiques, de s'assurer de leur présence ou de leur absence dans le sein d'un organe, de mesurer la région qu'occupe chacune d'elles, de peindre enfin aux yeux, par tout autant de couleurs différentes, la topographie du tissu le plus compliqué, comme on colorie une carte géographique.

687. Nous conseillons à toutes les personnes qui s'adonneront à l'étude de la nouvelle méthode, de se mettre à la recherche des réactions de coloration, dont la liste n'est pas encore très-riche ; car ce sont les réactions dont la physiologie, ainsi que la chimie organique, peuvent retirer les plus grands avantages.

688. Si de toutes ces réactions microscopiques on n'a obtenu que des résultats négatifs ou équivoques, on aura recours aux réactions par le chalumeau.

#### RÉACTIONS PAR LE CHALUMEAU (347).

689. Les réactions par le chalumeau s'obtiennent presque toutes par la fusion (44) ; les réactifs y prennent le nom de *fondants*, et le résultat est une vitrification infiniment petite.

690. Les fondants dont on fait un usage plus fréquent, sont le *carbonate de soude*, le *borax*, le *salpêtre* (nitrate de potasse), l'*acide borique vitrifié*, le *sel de phosphore* (phosphate double de soude et d'ammoniaque), toutes substances purifiées par la cristallisation et broyées en poudre ; la solution aqueuse de *nitrate de cobalt* ; l'*étain*, le *fer*, le *plomb* à l'état métallique ; l'*oxyde de cuivre* ; et enfin la poudre de *cristal de roche*.

691. On prend une parcelle des plus minimes de la substance dont on désire reconnaître la nature par l'action des fondants ; on la dépose sur une des petites coupelles dont nous avons déjà parlé (360), qui elle-même est placée sur le charbon (pl. 3, fig. 7', *ch*) ; on recouvre cette petite

parcelle avec la poudre de l'un des fondants dessus, ou on la met en contact avec un fragment de l'un des trois métaux ; on approche de gauche le charbon tout près de la flamme de la lampe (*lm'*, 7), vis-à-vis de laquelle on tient l'ajutage ( $\beta$ ) du chalumeau (fig. 8), que l'on tient de la main droite dans une position fixe appuyant le coude sur la table ou sur un autre objet ; l'on commence à projeter la flamme sur la poudre, par une insufflation modérée, et on rend graduellement de plus en plus intense la flamme fondant bouillonne, se concentre, dissout la substance, rougit, et si on l'abandonne à un refroidissement spontané, la dissolution se prend sous l'émail, dont les diverses colorations sont accompagnées de signes caractéristiques, affirmatifs ou négatifs. On en prend note ; on dépose la substance sur une nouvelle coupelle, et au moyen d'un nouveau fondant. On a soin de vérifier toutes les opérations à la loupe, et même quelquefois au microscope. Passons maintenant en revue les substances organiques que l'on rencontre le plus communément dans le règne organique, et dont les fondants nous permettent de reconnaître la présence dans le plus petit volume.

692. Le CARBONATE DE CHAUX répand par le chalumeau, en s'alcalisant, une lumière éblouissante par sa blancheur. On vient d'utiliser ce même principe pour l'éclairage des phares ; on a même tenté d'éclairer les microscopes solaires avec la lumière artificielle. Les sels calcaires organiques présentent au chalumeau le même éclat. Il faut en dire autant des tissus ; car qu'on peut reconnaître la présence de la chaux dans une simple fibrille de coton, en l'appuyant sur la lumière blanche de la flamme d'un chalumeau ; la fibrille se recroqueville, noircit, se brise sans presque se déformer ; et c'est alors que les cendres répandent l'éblouissante clarté, qui caractérise la présence de la chaux.

693. La MAGNÉSIE libre ou combinée par le refroidissant, une belle couleur de chair ; moins intense, par la solution de cobalt.

694. L'ALUMINE, libre ou combinée, par le même fondant, une belle couleur bleue ; plus distincte qu'au jour.

695. Par le nitrate de cobalt, la BARYTE présente une couleur rouge brun, rouge-brique et

ant qu'elle est chaude, et perd toute couleur refroidissant.

Par le même réactif au contraire, la strontianite devient noire et ne fond pas.

Par le même réactif, la silice prend une teinte jaunâtre, qui devient noire à une plus forte température.

Le MANGANÈSE fondu avec le borax, prend une couleur d'améthyste, qui se perd en refroidissant ; cette couleur persiste, si on y ajoute du salpêtre. C'est par ce procédé qu'on constate la présence du manganèse, dans les minerais de fer.

Le FER se décèle par le borax. Au feu d'oxyde, le fer prend une couleur rouge sombre, qui devient jaunâtre. Au feu de réduction, il prend une teinte verte, et, dans tous les cas, en ajoutant au borax un peu d'étain, on obtient un vert-bouteille très-foncé.

Le PLOMB seul s'oxyde en jaune ; avec la soude, l'oxyde devient jaunâtre, et opaque par le refroidissement. L'oxyde forme, par la fusion, un verre orangé, qui se réduit ensuite avec effervescence en un grain de plomb. Par le borax, et un peu d'étain, les oxydes de plomb et d'étain, les oxydes de fer et de manganèse, viennent d'un noir plus ou moins intense.

Le ZINC fond et s'oxyde en fleurs blanches. Les oxydes de zinc, par la solution de cobalt, donnent une couleur verte.

L'ARSENIC et les ARSÉNATES répandent une fumée blanche, et disparaissent, en tout ou en partie, par la volatilisation et par la vaporisation.

L'ANTIMOINE se vaporise en fumée blanche, et répand une odeur piquante.

Le CUIVRE, ses alliages et ses sels, prennent une belle couleur rouge, par le borax, et un peu d'étain pur, pendant la fusion.

Les oxydes et sels de MERCURE déposent une poudre métallique de mercure, par la soude. Le mercure seul se volatilise sans résidu, en répandant une odeur d'acide sulfureux ; il en est de même du muriate de mercure.

706. PHOSPHATES. Berzélius pense que leur présence peut très-bien être constatée par le fil d'acier. Il fond la substance dans l'acide borique ; il plonge, dans la boule en fusion, l'extrémité d'un petit fil en acier, et produit un bon feu de réduction. « Le fer, dit-il, s'oxyde aux dépens de l'acide phosphorique, d'où résultent du borate d'oxydure de fer et du phosphore de fer. Ce dernier fond à une température assez haute. On enlève le globule fondu et refroidi, pour le mettre sous l'enclume ; on l'enveloppe dans un morceau de papier ; on le frappe légèrement avec le marteau, pour opérer la séparation du phosphore de fer, qui se présente alors sous forme d'un culot métallique, attirable à l'aimant, et dont la cassure offre la couleur du fer. » L'auteur ajoute qu'on ne saurait découvrir, par ce procédé, une proportion d'acide phosphorique, qui ne s'élèverait pas au delà de 4 ou 5 pour 100. Cette réaction nous paraissait d'un trop haut prix, dans l'étude des tissus organiques, qui, comme l'on sait, renferment si souvent du phosphate de chaux, pour que nous ayons vu avec indifférence un procédé aussi facile que celui qu'indique Berzélius. Mais nous sommes resté convaincu que l'auteur avait trop restreint cette réaction du fer, et que tous les caractères assignés à la présence des phosphates, se montrent, sur le fil d'acier, avec des substances d'une toute autre nature, et même avec l'acide borique seul.

707. La réaction microscopique fournit des indications plus sûres, lorsque le phosphate de chaux se trouve, dans les tissus, à l'état cristallisé. Nous les décrirons, en nous occupant plus spécialement de la cristallisation.

708. Ce sont là à peu près les réactions les plus précises que les études de chimie organique soient dans le cas d'emprunter au chalumeau ; elles se réduisent presque à constater la présence de certains métaux, qui se trouvent naturellement dans les cendres d'une substance, ou qui ont été introduits accidentellement dans le tissu organisé.

709. Quand il s'agit seulement de reconnaître si la substance soumise à l'observation appartient au règne organisé ou au règne inorganique, il n'est pas besoin de la flamme activée par le chalumeau, pour obtenir ce premier résultat. Il suffit, en effet, de tenir la substance en contact avec la zone blanche de la simple flamme d'une chandelle ; car la chaleur dégagée par la combustion s'élève là environ à 600° ; et l'on sait que les substances

organisées commencent à se décomposer déjà un peu au-dessus de 100°. Les caractères que présente la substance organisée qui se décompose, sont, de se recroqueviller, de se tordre en différents sens, de se boursouffler ensuite, de bouillonner, de noircir en répandant une fumée plus ou moins fuligineuse et ammoniacale, et enfin de s'incinérer.

## CHAPITRE VI.

### PRÉCIPITATION EN PETIT (110).

710. Lorsqu'on opère la précipitation à la vue simple, on doit se servir de petites éprouvettes étroites et à parois très-minces (pl. 3, fig. 23,  $\alpha$ ); ces petits vases cylindriques permettent de mieux distinguer les phénomènes, placés entre l'œil et la lumière. Dans le sens de leur longueur en effet, ils réfractent peu la lumière (398); et c'est dans ce sens qu'ils donnent plus de place au liquide. On introduit la substance liquide ainsi que le réactif, au moyen du petit entonnoir à mercure (pl. 3, fig. 24).

711. La précipitation au microscope s'opère dans la cavité (*sp*) des porte-objets à réactifs (pl. 5, fig. 9), et de préférence, si on le peut, sur une lame de verre à surfaces parallèles; la cavité en segment de sphère fait l'office d'une lentille et réfracte les rayons, au lieu de les transmettre à l'objet microscopique, tels qu'ils sont réfléchis par le miroir. Dès que le réactif précipite la substance, il se produit dans le liquide, ou des plaques plus ou moins colorées, plus ou moins bosselées, qui imitent des grumeaux de tissus albumineux, ou bien des cristallisations régulières, ou bien de grands globes liquides, ou bien des globules de même aspect et d'un plus petit diamètre, ou bien enfin de petits points presque incommensurables et opaques, qui troublent la transparence du liquide, et se tiennent plus ou moins distants les uns des autres.

712. Mais ces sortes de réactions exigent, de la part de l'observateur, d'autant plus de précautions et d'adresse, que la quantité de substance sur laquelle on opère est moins considérable, et que le mélange est plus compliqué. Ce n'est pas d'après une première indication, que l'on doit établir un jugement sur l'évaluation du phénomène.

713. Il serait facile de soumettre au microscope les caractères d'une précipitation qu'on veut grand, au moyen de l'appareil suivant (fig. 1, pl. 5) et au foyer de la lentille. On prend un tube de verre effilé à la lampe, sur lequel on adapte un entonnoir, et on le coudé de chaque côté en sens inverse l'un de l'autre, de sorte que l'une des extrémités serve à verser le liquide et l'autre à l'écouler; celle-là étant en entonnoir (378), et celle-ci étant en tube capillaire, et en manière aussi capillaire qu'il sera possible de faire, sans en obstruer l'ouverture. Si, étant fixé sur le porte-objet (*pb*) du microscope (fig. 1, pl. 5) et au foyer de la lentille, on continue à verser, dans l'évasée du tube, la substance liquide et le réactif destinés à produire le précipité, le précipité passera, sous l'œil de l'observateur, d'une manière si lente et si continue, qu'il devienne possible de se méprendre sur les caractères de la réaction, et que cette seule opération équivaldra à une série innombrable d'observations microscopiques, lesquelles ne s'obtiennent qu'avec force de patience et de temps.

714. La CRISTALLISATION (146) est un phénomène de la précipitation, qui peut fournir à l'analyse microscopique, les plus promptes et les plus heureuses ressources: car elle offre la substance sous une forme et dans une position déterminée; ce qui permet, après en avoir déterminé les angles et les contours, de l'attaquer par les méthodes ci-dessus indiquées, sans craindre les perturbations des mélanges; en sorte qu'avec deux ou trois cristallisations d'un huitième à peine de milligramme, on peut arriver à un résultat tout aussi sûr qu'on l'obtiendrait en opérant en grand sur plusieurs livres de substance. Nous avons décrit les réactions (656); il nous reste à nous occuper des méthodes par lesquelles on arrive à mesurer au microscope les angles des cristaux, c'est-à-dire des goniométriques (154).

715. Nous avons fait construire deux *goniomètres*, qui s'adaptent, l'un au microscope simple, et l'autre au microscope composé.

716. *Goniomètre du microscope simple* (fig. 15). La forme générale de ce petit instrument est celle d'un *porte-objet* ordinaire; et, comme tel, il se compose d'une lame de verre d'un porte-objet ordinaire, frottée dans la rainure de la platine. Il se compose de deux cercles en cuivre tournants, qui tournent horizontalement l'un sur l'autre, et sont tenus attachés ensemble par deux tenons ( $t$ ) diamétralement opposés, qui,

terne du cercle supérieur, pénètrent, tourbant en crochet, dans une rainure pratiquée dans l'épaisseur du cercle in- chacun d'eux supporte une lame de verre qui tourne avec lui. Les deux lames touchées surface à surface, mais de manière ne puissent pas s'érailler par le frottement. Elles sont marquées au diamant, sur des surfaces contiguës, d'une ligne droite qui suit leur diamètre; la lame supérieure porte la graduation sur sa surface inférieure, et la lame inférieure sur sa surface supérieure. Le bord du cercle supérieur, est gradué en 360 degrés, et 180 seulement sont marqués au trait, que chaque division correspond à 2 degrés. Une ligne tracée au diamant, sur la lame inférieure par ce cercle, doit s'étendre de zéro à 180 degrés. Que l'on dépose maintenant un cristal sur le point de l'entre-croisement des deux lignes diamétrales, et que l'on puisse amener l'un des diamètres de l'angle quelconque à coïncider avec l'une des lignes; on fera tourner le cercle supérieur jusqu'à ce qu'on fasse coïncider le diamètre du cercle inférieur avec l'un des côtés de l'angle du cristal; si alors il se trouve que le sommet du cristal coïncide avec le point d'entre-croisement des deux lignes diamétrales, que ce point soit situé au centre du cercle gradué, il ne restera plus qu'à lire le nombre de degrés compris entre les deux côtés de l'angle. Mais avec quelque précision que l'on procède, il est presque impossible d'arriver à ce que les deux lignes diamétrales se superposent exactement, et forment alors, en se joignant à la vue, un seul et même diamètre. On voit qu'il serait impossible d'obtenir que, par ces observations, le point d'entre-croisement soit situé exactement au centre du cercle gradué, ce qui fera que l'angle mesuré sera moins grand que la réalité. On corrigera l'erreur, en divisant la somme des deux angles mesurés par 2 : le quotient donnera l'ouverture de l'angle que l'on mesure.

On voit aussi pour que l'œil puisse distinguer en même temps les lignes diamétrales, et les angles mesurés, dont ces deux lignes doivent donner la mesure, c'est-à-dire pour que les lignes et les angles soient au foyer de la lentille, il faut que celle-ci soit d'un assez long foyer; en effet on éprouverait de la difficulté à se servir d'une lentille d'une puissance au-dessus d'un certain nombre. Afin de ne pas déranger la graduation, on lit la graduation avec une loupe à la

718. GONIOMÈTRE DU MICROSCOPE COMPOSÉ. Il serait impossible d'amener à la fois au foyer des grossissements élevés, et l'objet qu'on veut mesurer, et les deux fils du goniomètre, qui sont destinés à fournir la mesure des angles. Du reste, il n'est pas, dans la nature, de fils assez déliés pour se prêter à ces sortes de grossissement, le fil d'une araignée y paraissant de la grosseur d'un câble. Les lignes tracées au diamant sur le verre exigeraient l'emploi de deux lames de verre, comme dans le goniomètre du microscope simple, et à ces sortes de grossissements l'une des deux lames seules se trouverait au foyer. Ajoutez que le prix d'un instrument fait avec la perfection que cette destination réclame ne serait jamais à la portée des bourses ordinaires; car il faudrait parvenir à tracer des traits aussi purs que ceux des micromètres sur une longueur au moins de deux pouces, et en faire des diamètres d'un cercle; nos instruments de graduation ne se prêteraient pas à une telle difficulté. Mais le microscope composé réunit divers foyers, puisqu'il est un ensemble de divers grossissements. En soumettant donc le goniomètre à l'un des plus faibles grossissements, en même temps qu'on soumet l'objet au plus fort, l'œil recevra à la fois l'image nette et distincte de l'objet qu'on mesure et des fils qui servent à le mesurer. En conséquence, le goniomètre se place sur le diaphragme (*d'*, pl. 5, fig. 1), qui marque le foyer de l'oculaire externe. C'est un cercle gradué sur gélatine, qui déborde de deux ou trois millimètres seulement le diaphragme, et qui, tout en s'éclairant de la lumière transmise par l'objectif, laisse passer pure et intègre l'image de l'objet grossi. Ce cercle porte un fil de cocon de 0 à 180°. Le second fil de cocon, qui doit se croiser avec celui-ci, est tendu sur l'ouverture d'un cylindre en cuivre fixé sous la monture de l'oculaire (*oc'*), et qui descend assez près du cercle gradué, pour que les deux fils se superposent, mais pas assez pour que le cercle gradué soit exposé au moindre frottement. Au grossissement de cet oculaire, ces deux fils paraissent encore sans épaisseur, et comme des lignes géométriques. On sait que le chaton, où s'enchâsse la lentille oculaire (*oc'*), s'adapte au tube par un pas de vis très-lent; or, en faisant marcher ce pas de vis à droite ou à gauche, on pourra amener le fil mobile sur tous les degrés du cercle gradué, et le superposer même sur l'autre, de sorte qu'ils se confondent tous les deux à la vue. En conséquence, soit un cristal placé sur le porte-objet (*pb*, fig. 1), dont on désire



mesurer les angles. On amène le microscope au-dessus de lui, jusqu'à ce que le point d'entre-croisement des deux fils de cocon du goniomètre coïncide exactement avec le sommet de l'angle par lequel on désire commencer; on tourne le tube de l'oculaire jusqu'à ce que le fil fixé sur le cercle se superpose exactement sur un des côtés du cristal; on tourne ensuite le chaton de l'oculaire (*oc'*), jusqu'à ce que le fil qu'il fait mouvoir se superpose à son tour tout aussi exactement sur l'autre côté. On compte alors les degrés compris entre les deux angles opposés dont le cristal forme le sommet; on divise la somme de ces deux angles par 2, et le quotient donne l'ouverture de l'angle que l'on mesure. Il n'est pas de si petit cristal qui ne se prête à ce procédé, pourvu que les angles en soient reconnaissables.

719. Le tube du microscope double (459) est trop étroit pour que la graduation puisse s'effectuer par degrés, et même par doubles et triples degrés; on est obligé d'y adapter un tube de rechange d'un plus grand diamètre, ce qui en diminue le grossissement, mais ce qui, d'un autre côté, en augmente la netteté.

720. Ceux qui désireraient construire eux-mêmes le goniomètre, s'y prendront de la manière suivante. Ils colleront par les bords, sur une surface parfaitement unie, une grande feuille de papier blanc très-fort et humide, qu'ils laisseront se distendre en séchant. A peu près au milieu de cette feuille, ils colleront également par les bords une feuille de gélatine bien transparente et sans inégalités de surface, de quatre ou cinq centimètres de longueur. D'un point de cette feuille de gélatine pris comme centre, ils traceront au compas, sur la feuille de papier, un double cercle d'un diamètre aussi grand que le permettra la feuille, et de 30 centimètres au moins, que l'on graduera aussi exactement que l'on pourra en 360°. Du centre de ce grand cercle, on en tracera trois autres concentriques sur la feuille de gélatine, de manière que le plus externe ait le diamètre de l'ouverture du diaphragme, sur lequel on doit placer le goniomètre, et que le plus interne en soit à une distance qui permette d'écrire facilement la graduation. Cela fait, on prend une règle pesante en métal, dont on polit la surface avec le plus grand soin; et l'on aiguise la pointe d'une lame d'acier de la manière la plus acérée. Il est évident que pour transporter sur le cercle en gélatine la gradua-

tion du grand cercle tracé sur le papier, de tourner la règle sur le centre, comme pivot, et de tracer un trait sur la gélatine les fois que la règle coïncidera avec un trait sur le cercle du papier, en ayant soin de longer les traits jusqu'au cercle le plus que pour les dizaines, et de s'arrêter à pour tous les autres traits. On gravera les chiffres arabes à la loupe, avec la pointe du canif. Lorsque la graduation sera terminée, on découpera la gélatine non au ciseau, mais avec la pointe du canif, par des entailles successives, et en dirigeant la coupe à la manière de l'opercule. On enlève la rondelle circonscrite par le cercle le plus interne, et on découpe la gélatine d'après le diamètre exact du tube qui doit recevoir l'appareil, mais de manière que l'on puisse le graduer facilement dans ce tube, et s'en servir tout placé en tombant sur le diaphragme. On plie alors le fil de cocon, en plaçant la gélatine en conférence du cercle, mais loin de la graduation, en deux petites parcelles de colle d'amidon préalablement opposées, par lesquelles on fixe les deux extrémités du fil de cocon, que l'on tend avec précaution, à mesure que la gélatine se dessèche. L'on introduit ensuite le cercle dans le tube, et l'on examine à la loupe si l'ouverture du diaphragme coïncide avec la circonférence du cercle gradué; on en amène la coïncidence au moyen d'une aiguille. On dépose après, aux deux extrémités du même diamètre, une parcelle de colle, que l'on fixe dans l'angle formé par le cercle et les bords du tube, et on surveille l'appareil, jusqu'à ce que la colle soit desséchée complètement. C'est alors qu'on s'occupe de disposer le second fil à la base du cylindre en cuivre ou en carton, qui s'attache à la surface inférieure du chaton qui supporte le tube oculaire (*oc'*).

721. A la rigueur, et lorsqu'il s'agit de mesurer des cristaux d'un certain volume, on peut avoir recours au procédé de la double ouverture. On obtiendrait ainsi l'ouverture des angles en dessinant le cristal, soit en le mesurant, soit en le dessinant. Mais le dessin ne serait exact que par approximation; il en coûterait de placer, à 30 centimètres de distance, sur la surface du microscope, un goniomètre dont nous ne donnerons pas la description. Soit une feuille de papier blanc, graduée sur une feuille de papier blanc, dont le diamètre est tracé par une ligne noire de 0 à 360; si par le centre on fait passer un crin ou un fer noirci, et d'une minime épaisseur, on prolonge, en se distendant, jusqu'au dia-

ce, et s'attache, par cette extrémité, pesant d'une forme arbitraire, il suffira de ça et là ce corps autour de la circonduite, pour obtenir l'ouverture de tous les angles possibles. Or en fixant de l'œil gauche le cristal, et de l'œil droit le cristal microscopique, l'image de celui-ci se superposant sur la lame, la mesurera comme on mesurerait le même; on n'aura qu'à promener de la lame mobile, jusqu'à ce que l'ouverture de l'image coïncide avec l'ouverture d'un trait tracé sur le goniomètre.

Sont là les appareils et les procédés que l'on applique à l'application du microscope aux mesures géométriques; voici les précautions que demandent ces sortes d'observations.

On ne doit jamais perdre de vue qu'au microscope composé, tout se mesure par transmission de lumière; que, par conséquent, toute surface qui n'est pas parallèle à la lame du porte-objet, se colore en noir (576). Sur les cristaux grossiers (fig. 6, 7), tout ce qui paraît noir indique des surfaces inclinées sur la lame du porte-objet; au contraire, ce qui est éclairé, lui est parallèle. À son tour, celle-ci se colore en noir en partie, lorsque le mouvement du cristal vient à l'incliner sous différents angles.

On voit alors que lorsque l'inclinaison n'est pas très-petite, les surfaces latérales se peignent, et on voit, sur la surface éclairée, et en disparaissant, l'étendue; le cristal (fig. 8) amené à cette position; on verra, sous ce jour, pour un cristal quelconque. Dans la mesure des angles, on tombe sur de considérables écarts, si on négligeait l'instance qui, en diminuant l'étendue des angles, est capable d'offrir à l'œil des angles différents. On remontera à la source de ces apparences en s'appliquant à reconnaître la structure du cristal; car une fois ce résultat obtenu, sera facile, par des procédés graphiques, de représenter, sur le papier, tous les effets de la réfraction, et quelquefois même on pourra prédire, des effets de la réfraction, la forme du cristal que l'on observe. Le procédé le plus simple, pour se faire une idée juste de la forme générale du cristal, c'est-à-dire du nombre des faces qui le limitent, c'est de le déplacer dans le liquide, sans le faire sortir du champ visuel, et de le faire rouler et tourner, à l'aide d'un fil, sur lui-même. On y parvient, au

moyen d'une simple goutte d'alcool déposée dans le liquide où l'on observe la substance cristallisée; l'alcool, en s'évaporant, imprime au cristal un mouvement favorable à ces sortes d'observations, lorsqu'il existe dans le liquide en quantité minime. Si le cristal était soluble dans le liquide, on saturerait celui-ci de la substance dont on étudie la cristallisation, et dès lors les cristaux y seraient insolubles.

725. L'exemple suivant fera comprendre le parti que l'on peut tirer du jeu des ombres, dans la détermination de la forme générale d'un cristal. Soit, en effet, le cristal d'oxalate de chaux (pl. 17, fig. 8); lorsqu'il est mis en mouvement dans le liquide, il présente successivement, en roulant sous les yeux de l'observateur, une face longitudinale entièrement éclairée, et ensuite deux faces parallèlement longitudinales, l'une éclairée et l'autre obscure, puis trois faces également longitudinales et parallèles, les deux extrêmes obscures et la médiane beaucoup plus étroite et éclairée, et il revient ensuite à son premier aspect, en présentant une seule et unique face éclairée, à peine bordée de deux traits noirs. Or, si l'on se rappelle les lois de la réfraction, il sera évident que de pareilles images ne sauraient émaner, au microscope, que d'un prisme à quatre pans et à base rectangulaire; car un pareil prisme devra apparaître à une seule face éclairée, quand deux de ses faces seront parallèles au porte-objet; il présentera deux lignes noires et une ligne éclairée, lorsque, incliné obliquement sur la lame du porte-objet, les rayons lumineux tomberont obliquement sur ses faces inférieures (592).

726. Soit, au contraire, un prisme à six pans, tournant sur son axe, par l'effet de l'évaporation du liquide, il est évident que, dans toutes les positions qu'il prendra par le repos, il offrira toujours, par réfraction au microscope, trois lignes parallèles et longitudinales, les deux extrêmes noires et la médiane éclairée. En effet, toutes les fois que le cristal arrivera au repos, il s'appliquera contre la lame du porte-objet par l'une de ses faces. Supposons que ce soit par la face (*cd*, fig. 6, pl. 17); il s'ensuivra que la face opposée (*ab*) sera dès lors parallèle, et à la face (*cd*), et à la lame du porte-objet, et que, partant, les rayons émanés du miroir réfracteur, qui tomberont perpendiculairement sur la surface (*cd*), sortiront, sans déviation aucune (593), de la surface (*ab*), et arriveront parallèlement à l'objectif du microscope. Il n'en sera pas de même des rayons lumineux qui arriveront du miroir sur les faces (*ce*) et (*de*) du même

mesurer les angles. On observe  
d'abord de l'oeil, par le  
secours des deux lentilles, le  
collier biconvexe, et on voit  
par la figure 13, pl. 17, que  
la ligne médiane est droite,  
et qu'elle est à l'angle droit  
avec les rayons qui la  
traversent point à point.

On observe d'un semblable  
mode la largeur des  
cristaux, puis lue (ff) qui  
est le rayon du cercle cir-  
culaire, et on voit que la moitié du  
cristal est régulière, on trouve, en gé-  
néral, que le cristal est régulier, que la bande  
médiane est régulière, que chaque des bandes ob-  
servées est régulière, souvent d'une position  
essentielle des effets de  
la lumière, car les rayons émanés du miroir,  
qui ne sont pas de cone, ne sauraient arriver, aussi  
rapidement que nous le supposons, sur  
la surface inférieure (cd) du cristal. Quoi qu'il en  
soit, en tenant compte de cet effet de la refraction,  
on pourra distinguer de la sorte la structure  
du prisme cristallin le plus délié, en s'aidant,  
pour établir son raisonnement, des grossissements  
un peu forts, s'il en est besoin.

728. Ces deux exemples suffisent pour indiquer  
à l'observateur la marche qu'il doit suivre, afin  
de déterminer la structure d'une cristallisation par  
l'étude du jeu de la lumière au microscope. C'est  
par ce procédé que l'on reconnaîtra que le som-  
met (b) du cristal (fig. 8, pl. 17) est une pyramide  
à quatre faces par décroissement sur les angles,  
et que la base (a) est la contre-épreuve de cette  
pyramide; que c'est la pyramide (b) en creux, et  
le résultat d'un élargissement qui a rompu le cristal sur  
sa longueur.

729. Il se présente fréquemment, dans l'étude  
des cristaux, une illusion dont nous trouverons la  
valeur dans la refraction des lentilles en segments  
de sphère (424), et qui aggrave en fausseté, par les  
deux extrêmes, le cristal le plus régulièrement  
quadrilatère, tellement qu'on a souvent pris  
pour des organes, ce qui n'est que l'effet de la  
refraction. On s'efforce, nous  
en avons vu, de l'effet de la  
refraction, et nous en avons  
vu l'effet de la vue, et  
l'effet de la vue, et l'effet  
de la vue, et l'effet de la

nous tronqué à angle droit  
(cf. fig. 13, pl. 17); et les  
extrémités débordent les bords  
de la lentille avec laquelle on  
voit que tous les rayons  
dans ce champ seront  
réguliers; il n'en sera pas  
qui partiront des deux extré-  
mités n'arrivera à l'œil de l'ob-  
servateur par la ligne médiane  
gla s'effaceront à l'œil de l'ob-  
servateur par un acide, et il  
raltra avec la forme en fusée  
est inscrite à la forme du  
que, ainsi que nous l'avons  
les lentilles biconvexes, la  
courbure de leurs surfaces  
images carrées, les usent  
d'autant plus que l'objet sort  
du champ visuel, ce qui  
médiane du cristal, laque-  
comme réfractée par le prisme  
convexe, c'est-à-dire par un  
dre.

730. Il en sera de même  
qui, nageant obliquement  
sentera sous la lentille ob-  
jet milé en deux et l'autre au  
ne pouvant apercevoir que  
la ligne médiane d'un cristal  
plus longtemps, si je puis  
les côtés, il s'ensuivra que  
les deux bouts, et que le prisme  
ment conformé ressemblera  
d'une aiguille. deux mots  
l'ainour du grec on aura  
celui de *raphides*, avant tout  
et c'est ce qui a eu lieu à  
phosphate de chaux (fig. 14)  
dans les tissus des végétaux.

731. Nous avons contrain-  
du relief des corps par le jeu  
d'ombres, par l'alternative  
tellement que l'art n'a qu'à  
ments de la perspective, par  
yeux l'illusion la plus com-  
des forêts immenses, des  
les plus nombreux accident  
face d'une toile appliquée  
nous n'avions soin de nous  
ces habitudes de la vue, et  
l'effet de la vue, et l'effet  
de la vue, et l'effet de la

one; car la réfraction répand également l'obscur sur les surfaces creuses et sur les en relief; le jour ne fait, dans les deux cas, changer de direction. Soit, par exemple, de sel marin (pl. 8, fig. 12, *a*); au microscope vu de champ, il offrira une pyramide d'on sera porté à croire en relief; et pour-ait que le caractère de cristallisation du est d'avoir, comme une pyramide en la disposition en gradins que prennent petits cristaux, en s'associant ensemble; au microscope même on pourra s'assurer de position, et faire justice, par l'expérience de l'illusion optique, qui montre cette py-creux. On y parviendra par deux le premier, en amenant successivement les diverses zones de l'épaisseur du cristal, en établissant d'une manière graduée du cristal que la lumière projetée voir réfracteur (454) doit éclairer, selon ces zones sont en creux ou en relief.

En effet, 1° si la pyramide est en relief, il faut que la pointe en arrive au foyer plus tôt que les faces plus tôt que le plan sur lequel elle se repose. Si elle est en creux, on verra d'abord les faces de la pyramide, et les faces du cristal au sommet. En avançant et reculant le porte-objet, autant de fois qu'il jugera convenable, on parviendra à se faire une idée rigoureusement exacte de cette disposition. 2° La lumière projetée sur une pyramide de sel marin au microscope, par le miroir, éclairera deux faces opposées, selon que la pyramide sera en creux ou en relief. Dans le premier cas, la face éclairée sera celle qui se trouve du côté du miroir; dans le second cas, ce sera la face opposée, pourvu que le cristal soit posé par sa base contre la surface du porte-objet. On s'assurera du fait par comparaison, en montrant de la sorte une pyramide cristalline visible à l'œil nu. Mais au microscope composé, on ne doit pas perdre de vue le renversement des images (33), phénomène qui changera de position relative les faces du cristal, et qui fera voir, par le miroir, la face qui, en réalité, se trouve du côté de cette pièce.

Il est même qu'on a pris de vrais cristaux d'organes (\*), de même on pourrait être tenté de prendre de vrais organes pour des cristaux, si on ne se laissait aller, sans trop s'en rendre

compte, aux phénomènes de la réfraction à travers des cylindres limpides; on s'exposerait, sans cette précaution, à prendre les poils des céréales, qui se mêlent à la farine, pour les cristaux analogues de silice ou de phosphate de chaux (pl. 17, fig. 9 et 14).

734. Soit, en effet, un de ces poils blancs et soyeux dont se hérissent l'ovaire de l'avoine (*avena sativa*) (pl. 9, fig. 8, *a*); plongé dans l'eau, il s'offre au microscope comme un tube de verre d'une grande transparence; mais observé dans l'air (*ibid.* *c*), il prend l'aspect d'un prisme hexaédrique plus ou moins arqué; et l'on serait tenté, en le voyant, de le considérer comme une production cristallisée, comme un de ces cristaux de silice (*gg'*) dont je parlerai au sujet des éponges. Mais si, à l'aide d'une lame tranchante, on peut le couper par le milieu (*ibid.* *dd'*), on ne tardera pas à s'apercevoir que les portions voisines de la section (*d'*) deviennent de plus en plus transparentes, et que cette transparence s'étend de proche en proche, jusqu'à envahir toute la capacité de cette moitié de poil, depuis la base (*b'*) jusqu'au sommet (*b*). L'autre moitié présente le même phénomène. Si alors on replonge dans l'eau cette portion de poil (*bb'*), devenue transparente par son séjour dans l'air, on la voit subitement perdre sa transparence et reprendre l'opacité de ses deux faces latérales; mais peu à peu cette opacité semble, pour ainsi dire, sortir sous forme de bulles (*ff'*), qui, en cheminant du sommet à la base, sont ellipsoïdes, et, une fois sorties, offrent la sphéricité et tous les phénomènes de réfrangibilité d'une bulle d'air (*f'*); alors le tube a repris dans l'eau toute sa transparence. Si on enlève l'eau qui le recouvre, et qu'on le recouvre une seconde fois de liquide, après l'avoir laissé exposé à l'air, on le rencontrera encore opaque, et ainsi de suite, à l'infini.

735. Il est donc évident que chacun de ces poils est un tube imperforé et creux, dont la capacité renferme une substance soluble dans l'eau, d'un pouvoir réfringent voisin de celui de l'eau, et très-éloigné de celui de l'air. Quand on observe ce poil intègre dans l'air, la substance incluse réfracte fortement les rayons lumineux et rend le tube opaque; cette opacité disparaît, lorsqu'en pratiquant une section transversale, on donne à la substance incluse la facilité de s'écouler et de céder la place à l'air; car la paroi en est trop mince, pour qu'elle puisse influencer d'une manière sensible sur le

\* Sur les cristaux de silice et de calcaire, notre travail est inséré dans les *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*, t. II. — TOME I.

tome IV, 1828, et *Nouveaux coups de fouet scientifiques*, 1831, p. 27.

jeu de la lumière, qu'elle réfracte à peine sur les bords et au sommet, où, par son épaisseur, elle forme une espèce de prisme; les réactifs nous apprendront plus tard que la substance incluse est une solution de sucre. Mais on peut de là évaluer le parti qu'on peut tirer des procédés microscopiques, qui permettent d'analyser un poil isolément, avec plus de facilité, que la chimie en grand n'eût analysé un fruit d'un certain calibre.

Si le poil ou la cellule à examiner renfermait une substance insoluble dans l'eau, on procéderait dans cette expérience au moyen de tout autre menstree.

736. Les bulles d'air produites par l'effervescence d'une réaction (643) offrent souvent, en se rapprochant les unes des autres, un phénomène de réfraction, qui communique à cette agrégation de globes réfringents, l'aspect d'une cristallisation à facettes; en sorte que chacun de ces globes, au lieu de n'avoir qu'un seul point éclairé, comme dans le cas où il est isolé (pl. 9, fig. 8, /'), se trouve marqué de tout autant de lumières qu'il est de fois en contact avec d'autres globes. Car les rayons réfractés par chaque bulle d'air, qui sont perdus pour la vision, ne sont pas pour cela absorbés et anéantis par la bulle; et tous les points de leur surface, qui nous paraît obscure, nous offriraient un point blanc central, si nous pouvions faire tourner le microscope tout autour de leur circonférence, et amener l'axe du tube dans le prolongement de tous les rayons de la sphère gazeuse. Le point blanc nous semblerait se déplacer avec le tube du microscope, et tourner avec lui; la surface qui nous paraît noire ne laisse donc pas que d'être éclairée. Or, si les rayons lumineux émergents, qui n'arrivent pas au microscope, rencontrent, en sortant, une surface réfléchissante, celle-ci pourra se trouver disposée de manière à les renvoyer dans l'axe de la vision; la surface réfléchissante nous apparaîtra alors éclairée. Mais lorsqu'une bulle est en contact avec six bulles de même diamètre qu'elle, elle doit offrir six points réfléchissants aux rayons réfractés par chacune de ces bulles, et sa structure sphérique fera que ces six points auront l'air de tout autant de facettes d'une pyramide plus ou moins régulière, dont le sommet serait scintillant.

737. L'illusion sera moins fugitive, si, au lieu de bulles d'air observées dans l'eau, ce sont des cellules en relief ou isolées, et parfaitement sphériques, qu'on observe dans l'air; mais on s'en rendra compte de la même manière.

738. Après ces études préliminaires sur la struc-

ture générale du cristal et sur le nom qu'il est susceptible de présenter succède l'observation microscopique, on peut mesurer des angles, au moyen du goniomètre dont nous avons déjà donné la description, et l'on doit procéder à cette nouvelle série d'observations, avec tout autant de précaution que la première; car la moindre déviation peut faire tomber dans des écarts considérables les résultats, et pour se convaincre, il suffit de penser que l'on

pour mesurer l'angle, que l'on prend sur un cristal d'un diamètre de centimètres, se mesure sur un cercle de quatre centimètres de diamètre. On ne peut donc arrêter l'observation, et lire le résultat sur un cercle gradué, qu'après que l'on aura acquiescé à force de tâtonnements, que les fils goniométriques coïncident exactement avec les côtés de l'angle du cristal que l'on observe, le sommet de l'angle coïncidant à son tour exactement avec le point d'entre-croisement des fils. Pour compter les degrés du cercle, il faut aussi tenir compte de l'épaisseur des fils qui marquent, et la faire entrer, comme un demi-degré, dans la somme qu'on obtient. Pour mieux s'assurer de la coïncidence et de la position des côtés de l'angle, et de l'entre-croisement avec le sommet de celui-ci, on écarte le tube du microscope par un léger effort afin que l'angle formé par l'entre-croisement des fils cesse de se superposer sur l'angle observé, et en dirigeant la pression exercée sur le tube d'une manière favorable, on amènera le cristal dans une position telle que l'angle observé aura ses deux côtés parallèles aux deux côtés du triangle de parallélisme est parfait, il s'ensuivra que les angles, l'angle goniométrique et l'angle observé seront semblables, et que, par conséquent, la mesure est exacte.

739. On fera la même observation à l'égard des ombres des facettes obliques au plan de vision; si deux facettes latérales par exemple, sont éclairées, et également obliques au plan de vision, cependant avec une épaisseur inégale, la preuve que la facette éclairée est dans une position oblique; or, dans ce cas, la mesure de l'angle donnerait la valeur de la perspective, et l'ouverture réelle de l'angle observé.

740. L'étude de la cristallisation au microscope exige qu'on varie, et la nature du menstree, et la quantité du liquide, et la forme du cristal, car la cristallisation affecte des caractères, selon que le liquide a plus de



surface, ou s'étend plus en surface qu'en profondeur. Dans le premier cas, les cristaux ont des dimensions égales, ou ne s'allongent que dans des directions régulières; dans l'autre, on voit la surface s'arboriser sous ses yeux, et se ramifier en des courbes ou des lignes droites, avec des angles plus ou moins ouverts, selon la direction du liquide, et selon la durée et la rapidité de l'évaporation.

La forme des cristaux varie bien d'après l'influence des mélanges; nous aurons l'occasion d'en donner des exemples spéciaux nous occupant surtout de l'analyse microscopique du suc des *chara*; et cette influence est bien moins qu'une influence à distance, l'influence du mélange sur les bords du cristal, que la cause de la déliquescence. Lorsqu'on se présente un mélange coloré, il est facile de voir que la forme du cristal est l'effet d'une combinaison de la substance avec le menstrue; car la substance pénètre souvent jusque dans le centre du cristal; les cristaux de tartrate de potasse et de vin en sont un exemple.

Il est surtout, et peut-être exclusivement, l'effet de la forme des cristaux aciculaires d'une extrême finesse que les grossissements exagérés du microscope composé sont susceptibles d'offrir une illusion incontestable; car là où il ne s'agit de déterminer la structure d'un corps que par la réfraction, les diverses facettes qui le circonscrivent, il suffit que l'objet soit plus ou moins éclairé, et qu'il le soit assez pour avoir du jour et de la netteté; aussi nous sommes-nous servi, dans le microscope, avec avantage, d'un grossissement de 500 à 600 fois, pour déterminer la forme des cristaux de phosphate de chaux (pl. 17, fig. 14); les grossissements inférieurs, ont la ténuité d'un cocon vu à l'œil nu; et le grossissement de 500 à 600 fois, nous l'obtenions, en remplaçant le jeu des verres achromatiques, par une lentille non achromatisée de 5 millimètres de diamètre; aussi, pour plonger le visage dans la plus complète obscurité, pour qu'aucun rayon ambiant ne viciât la vision, à l'instant où elle s'exerce, on se recouvre de la réfraction si avare de clarté.

Un corps isolé, qui se présentera au microscope avec des facettes, ne devra pas pour être considéré comme un cristal. La compression des organes entre eux, peut, en effet, leur donner cette forme par la dessiccation de la substance incluse; c'est ce qui arrive aux cellules de formation de la graisse, qui, se figeant après la mort de l'animal, s'isolent par le retrait,

et sont susceptibles de se détacher, par la malaxation, en une farine blanche comme la neige. Observées au microscope dans cet état, on serait tenté de les prendre pour des cristallisations régulières du plus joli effet (pl. 10, fig. 33 et 34). Avant donc de se prononcer sur la valeur de ce caractère de l'image microscopique, il sera nécessaire de s'assurer, par l'expérience des réactions, de la nature chimique et de la structure du corps observé. Dans l'exemple qui nous occupe, on fera justice de cette jolie illusion, si l'on soumet ces cristallisations trompeuses à l'action de la chaleur sèche, en concentrant sur elles les rayons solaires (569), ou bien à l'ébullition dans l'eau ou dans l'alcool; dans l'eau, chacune d'elles s'arrondira en globule; dans l'alcool, au contraire, elle se videra, et n'offrira bientôt plus qu'un sac plus ou moins déchiré.

744. Le retrait produit, sur certaines substances solubles qui se dessèchent, des réticulations et des gerçures, qui, au microscope et par réfraction, sont dans le cas de revêtir l'aspect d'interstices cellulaires, ou même d'angles de cristaux rapprochés entre eux. La fig. 15, pl. 7, offre un de ces effets sur la substance soluble de l'albumine ou de la gomme qui s'est desséchée, après avoir été étendue en lame sur le porte-objet. On se rendra compte de cette circonstance, en recouvrant la substance d'une couche de liquide, et en observant la substance à sec, par le jeu de la réflexion (568).

745. Les cristallisations que l'on observe sur le porte-objet, sont toutes formées dans les tissus que l'on dissèque, ou bien elles proviennent de l'action du réactif (46) sur la substance d'essai. Dans ce dernier cas, il faut savoir distinguer la cristallisation du réactif, de celle de la combinaison nouvelle; et pour cela il faut faire cristalliser le réactif sur une lame de verre à part.

## CHAPITRE VII.

### ÉLIMINATION EN PETIT (162).

746. Les verres de montre sont les capsules évaporatoires qui conviennent le mieux à toute expérience en petit, que l'on se propose de soumettre à l'observation microscopique. On les remplace par les cavités des porte-objets à réac-

tifs (630), lorsque la substance d'essai se trouve en quantité minime. L'évaporation, sur d'aussi faibles quantités, n'a besoin que de la température ordinaire; et en été elle est achevée en une ou deux heures, lorsque l'eau sert de dissolvant; quand c'est, au contraire, l'alcool, l'éther, l'acide acétique, qui remplissent cet office, la durée de cette infiniment petite opération ne dépasse souvent pas deux minutes.

747. Plus ces expériences sont réduites, plus elles réclament de surveillance et de soin, et plus elles doivent être placées à l'abri de la poussière; on s'exposerait autrement à faire entrer toute sorte de corps hétérogènes, dans le nombre des produits de l'évaporation. On aura soin même de bien s'orienter dans le liquide, à mesure que l'évaporation suit sa marche, de compter les fibrilles et les diverses impuretés qui s'y sont glissées, afin d'en faire la part dans l'étude de l'extrait obtenu. A son début dans l'usage du microscope, un savant physicien de l'Académie avait trouvé et fait figurer, avec la plus grande exactitude, au moins vingt organes nouveaux dans le suc de la fécule; et ces vingt organes n'étaient rien autre que des fibrilles du filtre, tantôt isolées et libres, tantôt feutrées et agglomérées. Prenez garde aussi aux défauts du verre, à ses éraillures et aux érosions produites par l'emploi des réactifs alcalins: tous ces défauts donnent une image qui se confond avec celles qu'on a intérêt à observer; car elles se trouvent les unes et les autres à peu près au même foyer.

Si l'on avait besoin d'évaporer à chaud, la lumière solaire, concentrée par une lentille réfringente, amènerait en quelques instants ce résultat.

748. La CARBONISATION et l'INCINÉRATION (170) ne réclament rien moins que de grands appareils, lorsqu'on se propose d'en étudier les résultats au microscope. Placez le tissu entre deux lames de verre minces (674); approchez cet appareil, par les faces, de la lumière blanche de la flamme d'une chandelle; le tissu, soustrait à l'action de l'air par les lames qui l'emprisonnent, ne s'incinérera pas; mais se dépouillant de l'eau de son organisation, il ne conservera des éléments qui entraient dans sa charpente, que le carbone, lequel n'est pas volatil.

749. Pour incinérer un corps, il suffit de l'appliquer sur une lame de verre très-mince, et de l'exposer au feu des charbons incandescents, ou à la flamme de la lampe à alcool. Dans le premier cas, il faut prendre garde que le verre ne se couvre de la cendre des charbons eux-mêmes.

750. Mais avant de procéder à l'incinération, on doit étudier la disposition du tissu, afin de p lorsqu'il ne restera plus de t charbon et des cendres, et afin aucune méprise dans les réaction doit soumettre la substance désol

751. La lame de verre doit être peu à la flamme, et doit en être mêmes précautions; on ne la pose objet qu'après son complet refroidi

752. Le grillage n'exige pas et on y a recours fréquemment microscopiques, pour la détermination des cristaux. Soit, en effet on a reconnu les formes et les lions, sur la lame de verre creuset; si après le grillage il laisser de résidu sur la lame, on volatil ou décomposable; si, après fait effervescence dans les acide preuve que son acide était végétal transformé en carbonate par l'ac leur. Le sulfate de chaux, obtenu tation de l'eau de chaux au moyen furique, cristallise subitement ont les plus grands rapports de dimension avec les cristaux de phosphate que nous avons trouvés tout ce tissu des plantes (742), et il sera de les distinguer par l'analyse, autres offrent les mêmes conditions et d'insolubilité dans l'eau et dans sur d'aussi petites quantités, le combiné n'offre aucune réaction convienne à l'acide phosphorique grillage microscopique qu'on applique ces deux produits l'un de l'autre vera, en effet, que, par la chaleur cristaux de sulfate de chaux se séparent en petits étranglements, et ce à grains opaques et noirs par comparaison qu'à la même température, les phosphate de chaux conserveront et leur aspect cristallin, et leur primitive.

753. En disant que les cristaux végétal se carbonisent au feu, comprendre qu'un feu modéré; verre qui sert de creuset au quelque temps au rouge blanc, refroidissement, se dissoudra

effervescence, parce que le carbonate se dissout, et que l'acide carbonique aura été par la chaleur rouge blanche, de même les éléments gazeux qui lui étaient associés et dans un acide *sulfogénérés*, l'avaient été par une obscure ; il est vrai qu'en restant quelque temps exposée à l'air, la base reprendrait son caractère carbonique, et que le résidu du grillage ferait effervescence dans un acide.

On peut au moyen d'une puissante lentille réfringente en concentrant les rayons solaires sur un objet, on arriverait facilement à carboniser les cristaux à acide végétal, et à alcaliser les cristaux calcaires, sous les yeux mêmes de l'observateur. La décoloration des cristaux calcaires se manifeste par une incandescence éblouissante.

On étudie les effets progressifs de la désagrégation artificielle des tissus, par l'action des alcalis, en emprisonnant hermétiquement le réactif et le tissu dans la cavité d'un tube à réactifs (488). Pour étudier au contraire les effets de la désagrégation spontanée des tissus dans l'eau, et sous l'influence de l'air atmosphérique, on se sert de l'auge à bord en cuivre en verre (fig. 16, pl. 5), que l'on tient dans l'eau, et que l'on recouvre d'une lame pour que l'évaporation du liquide soit évitée. Ces petites auges sont très-commodes pour une foule d'observations, entre autres pour l'étude de la circulation cellulaire du *chara*, de la circulation vasculaire des grenouilles, et autres animaux trans-

posé, fermé que l'on ploie à la lampe en deux ou trois plis (fig. 23,  $\gamma$ ), et que l'on tient fixé dans la position convenable, au moyen de la pince (*pn*) du support (fig. 6). Car si l'on place la substance d'essai dans le cul-de-sac ( $\delta$ ), et que l'on soumette cette extrémité fermée au feu dégagé par une simple bougie, l'évaporation aura lieu, et les vapeurs dégagées viendront se condenser dans la première anse ( $\epsilon$ ) ou dans les anses suivantes, si l'on juge convenable d'en former un plus grand nombre. A la faveur de ce petit appareil, on pourra même fractionner les produits de la distillation, par ordre des degrés de la température auxquels chacun d'eux se condense ; et si la marche de l'expérience l'indique à l'observateur, il pourra, sans déranger l'appareil, soumettre à la lampe successivement les liquides condensés dans chacune des anses du tube. Pour étudier ensuite chaque produit isolément à l'aide des réactifs, on coupera le tube entre chaque anse, par un des procédés ci-dessus décrits (372).

757. La difficulté, comme on le voit, n'est pas de faire sortir les produits, sans les mélanger ; mais il sera plus difficile de faire parvenir la substance d'essai au fond du cul-de-sac ( $\delta$ ), sans qu'elle s'attache aux parois contre lesquelles elle glisse, ce qui ne manquerait pas de dénaturer chaque produit en particulier. On évitera cet inconvénient, si la substance d'essai est assez solide pour pouvoir former des boulettes, en la pétrissant avec de la poudre de grès ou de verre ; saupoudrée en effet de ce sable d'une grande pureté, chaque boulette roulera jusqu'au fond, sans rien laisser de sa substance sur les parois du tube, et ce sable, bien loin de nuire à la distillation, en rendra la marche plus rapide, en divisant la substance d'essai.

758. Si la substance est liquide, et qu'elle soit décomposable par le feu, on décomposera toute la quantité qui se sera attachée aux parois, en chauffant à la lampe le tube jusqu'au rouge, à une distance convenable de l'extrémité fermée ( $\delta$ ) qui sert de cucurbite. Si elle n'est décomposable qu'en partie, on lavera le tube avec le menstrue volatil qui la dissout, et que l'on fera parvenir jusqu'au cul-de-sac ( $\delta$ ), en inclinant le tube ; et pour enlever jusqu'aux dernières traces de ce menstrue, après le lavage des parois, on fera passer, successivement par la chaleur rouge, toutes les portions du tube qui sont destinées à servir de récipient, en commençant à promener la flamme par le côté du cul-de-sac ( $\delta$ ).

759. On conçoit que chaque anse de cet appareil

## CHAPITRE VIII.

### DISTILLATION EN PETIT (187).

L'appareil composé d'une cornue, d'une cuvette, d'un flacon à deux tubulures, que l'on place sur la table du laboratoire (pl. 3, fig. 2), est un alambic de trop grande dimension, dans la plupart des distillations on peut obtenir le résultat que l'on pourrait obtenir de frais, et avec moins de perte de temps, en effet, d'un tube fermé à la lampe sur sa longueur (fig. 23, 6), lorsqu'on n'a pas intention de recueillir la substance volatile ; ou plutôt d'un tube également

puisse être soumise à l'observation microscopique, et que, par conséquent, on puisse étudier chaque produit, dans ses molécules intimes, à mesure qu'elles viendront se condenser. On en rendrait l'observation plus distincte, en aplatissant au chalumeau la portion du tube qui sert de récipient, de manière à étendre la capacité de ce petit vase, entre deux parois horizontalement parallèles et fort rapprochées entre elles.

760. Nous prévoyons des circonstances, où le vaisseau d'une plante pourra être, au microscope, tout un alambic pour la substance qu'il renferme, en s'échauffant et s'éclairant à la fois par une lampe placée sous le porte-objet de l'instrument. On pourra voir de la sorte, si la substance incluse est fusible et volatile, la fusion se manifestant par une plus grande et plus pure transparence, et la volatilisation par des globes fortement réfringents (576), qui se meuvent loin du foyer de chaleur, du côté le plus élevé du tube dans lequel ils se forment.

## CHAPITRE IX.

### ANALYSE MICROSCOPIQUE DES GAZ ET DES ÉLÉMENTS ORGANIQUES (207).

761. Je ne pense pas exagérer une prétention, en annonçant que tôt ou tard, et à l'aide d'un appareil de la plus grande simplicité, on arrivera à faire au microscope l'analyse élémentaire d'un corps organique, avec plus d'exactitude et en moins de temps que par les appareils en grand. On pourra de la sorte mesurer les gaz sous de plus petits volumes, et soumettre avec succès, à la combustion, les plus faibles quantités de substance.

762. Soit, en effet, un tube de verre d'une belle longueur, d'un fort petit diamètre, et d'une qualité de verre qui permette de le travailler à la lampe (562). Je suppose qu'après avoir pris les dimensions convenables, on l'ait soufflé, aplati et coudé comme l'indique la fig. 10, pl. 2, et qu'on s'y soit pris de la sorte qu'on ait pu remplir la boule soufflée d'un poids connu de manganèse (*mg*), déposer la substance à analyser dans le renflement aplati (*pt*), qui s'appuiera sur le porte-objet du microscope (*mc*); qu'à partir du premier coude, on remplisse le tube de mercure, sans aucune discontinuité et jusque sous l'éprouvette ren-

versée (*ep*); si ensuite on place une lampe de vin sous la boule du manganèse (*m*) autre sous le renflement aplati du porte-l'oxygène dégagé du peroxyde de manganira à la combustion de la substance pourra surveiller au microscope les verses de désorganisation. Les produits bustion, déplaçant le mercure, iront se la région supérieure des coudes successejourneront, jusqu'à ce que la chaleur gagement des gaz les en chassent. Si sont en assez grand nombre, ils pourr de récipient à toute la quantité des gaz de la combustion. On enlèvera la lampe la boule du manganèse (*mg*), dès que tion microscopique indiquera qu'il ne dans le renflement (*pt*) que les cendres stance organique, cendres, dont on d'abord l'aspect et la disposition générale en étudier après la nature par les réactions s'aperçoit que les coudes (*cd*) du tube outre des produits gazeux, des produits neux, ce que l'on reconnaîtra très-bien du microscope (*mc'*), on replacera la la boule du manganèse (*mg*), et l'on l produits de chaque coude successivement chauffant au rouge avec la lampe (*lm'* approchera du tube par le moyen d'un Par suite de ces nouvelles combustions portera le nombre, aussi loin que le r indiquera de produits oléagineux, on opérer le départ des gaz aussi complètement le réclame l'analyse, et il pourra se produit définitif se loge en entier dans derniers coudes. Ce produit se composera gène dégagé du manganèse, et des éléments niques de la substance combinés avec grande quantité de cet oxygène. On ce poids du premier par la différence entre du manganèse (*mg*) avant la combustion poids du même après la combustion. Pour celui-ci, on scellera à la lampe le tube assez près du renflement (*pt*), et l'on boule avec son fragment de tube herm fermé. On promènera alors la lampe (l' trémité du renflement (*pt*), vers les servent de récipients aux gaz, de chasser tous les produits aqueux ou gazeux dans le dernier des coudes, qu'on aura graduer avec assez d'exactitude; on servir à cet effet d'un tube de petit tube soudé au tube à combustion et au tube sous l'éprouvette. Le produit gazeux o

terminé de divisions, on enlèvera l'é- dans le cas où elle ne renfermerait de gaz; si l'on casse maintenant le ide inférieur (*cd'*), on pourra intro- un entonnoir à mercure et au moyen cuve (213), tous les genres de réactifs absorber un des produits gazeux, et à ainsi la mesure par la mesure des : l'eau potassique on absorbera le gaz nique; avec des petits fragments de on absorbera l'oxygène libre; quant à a facile d'en mesurer le volume, car ils tubes elle se dispose presque comme an, l'on déduira, du volume de tous , le volume de l'oxygène dégagé par le , volume que l'on obtiendra, en divi- densité du gaz, le poids déterminé par e des deux pesées.

fait, on passera à l'étude des cendres r la combustion, sur les parois internes ent (*pt*); on en brisera les deux extrémi- divisera les surfaces tapissées de sels, en ents, dont chacun sera essayé par un rt.

est inutile de faire observer qu'on n'ar- liser définitivement la forme et les di- de l'appareil, qu'après une série de ements raisonnés, qui redressent les i théorie, et mettent à chaque pas l'ex- la voie.

rencontre fréquemment, dans un tissu s organes remplis de gaz, dont il im- beaucoup à la physiologie de pouvoir lyse exacte, dans le sein de l'organe ans déplacement. Ce résultat n'est rien difficile à obtenir au microscope, sur- ie c'est le tissu végétal qui sert de sujet ar le gaz se trouve alors assez souvent acité d'un tube cylindrique, qui devient idiomètre, où l'on peut fractionner les de l'analyse, tout aussi bien que dans ètres en grand. Soit, en effet, un tube ou interstitial, rempli d'un mélange et d'azote; il suffira de déposer, à son sur sa surface, des fragments de phos- ur absorber l'oxygène, même à travers du tube. Par le procédé de la double , on déterminera les rapports de vo- a portion absorbée et de la portion de te. Si celle-ci résiste à l'action de l'eau étendue, et si, avant la première expé- étincelle électrique n'a point diminué le

volume du mélange, il sera reconnu que la por- tion de gaz qui reste est de l'azote (\*).

766. Que si l'eau de potasse, assez étendue pour ne pas altérer et affaïsser les tissus, diminue le volume du gaz emprisonné dans une cellule ou dans un tube, la portion absorbée sera de l'acide carbonique, dont le rapport avec le volume du gaz qui résiste sera donné par le procédé de la double vue.

767. Pour faire passer l'étincelle électrique à travers le mélange gazeux, il suffira d'amener, à une distance d'un centimètre, sur le porte-objet en verre, les deux boules métalliques ( $\alpha$ ) de l'eudiomètre (pl. 2, fig. 2) (254), de manière que l'organe plein de gaz se trouve exactement sur le passage de l'étincelle. Qu'une fois cette disposition achevée, on veuille reconnaître si un gaz est ou non de l'hydrogène, il sera nécessaire de mettre en contact, avec ce volume de gaz préalablement déterminé, une quantité quelconque de gaz oxygène. On y parviendra, en recouvrant d'une lame de verre l'organe plongé sous une nappe d'eau, et glissant sous la lame, qui dès ce moment servira d'eudiomètre, l'extrémité effilée d'un tube de verre adapté au réservoir d'où doit se dégager l'oxygène; ce gaz viendra se loger, sous la lame de verre, en contact avec l'extrémité ouverte du tube organique et vasculaire qui renferme l'hydrogène. C'est alors que l'on fait passer l'étincelle électrique à travers le mélange. L'habitude apprendra plus d'une ressource, pour que l'expérience soit décisive et ne laisse aucun doute dans l'esprit de l'observateur.

768. Je ne pense pas qu'il soit nécessaire de rappeler à l'observateur que la dissection du tissu doit se faire, dans ce cas, sous l'eau ou toute autre espèce de liquide, afin de n'être pas exposé à prendre, pour un produit gazeux de la végétation, l'air extérieur qui ne manquerait pas de se glisser dans la capacité des interstices ou des tubes vasculaires des plantes.

769. On a déjà vu (734) comment on pouvait reconnaître qu'un organe est creux et rempli d'un liquide soluble, en y faisant entrer l'air à la place du liquide. Ce procédé est dans le cas de rendre plus d'un service à l'observation dirigée par la nouvelle méthode.

770. Les procédés que nous venons de décrire ont trop de points de contact avec le *jau-*

(\*) Voy. *Nouv. syst. de physiolog. végét. et de botanique*, 1320.



*geage* (734) et le *pesage* (293) microscopiques, pour que nous ne traitions pas, dans ce chapitre, de ces deux opérations, qui, dans la seconde section, appartiennent au chapitre de la synthèse (271).

771. Il est facile au microscope de mesurer des surfaces, et de déterminer les rapports de deux dimensions, de la longueur et de la largeur. Il n'en est pas de même de la profondeur; car jusqu'à ce jour on n'avait pas senti la nécessité d'avoir à sa disposition un procédé microscopique propre à mesurer les volumes. Mais il ne manque à la monture du microscope, pour fournir ce résultat, qu'une graduation que l'on peut exécuter soi-même et sans beaucoup de frais. En effet, le bouton (*b*) fait monter ou descendre la platine horizontale (*pl*, fig. 1, pl. 5), en vertu d'un pignon denté qui tourne, en s'engrenant, dans une crémaillère; or, que l'on gradue, sur la monture de la tige, ou sur un carton attaché à ses parois, un arc de cercle concentrique au bouton; et que l'on trace ensuite sur la tige (*tg*) et au-dessus de la gaine à crémaillère (*cr*), une règle divisée en millimètres. En notant sur la circonférence du bouton (*b*), le point qui correspond au zéro de l'arc gradué, et en marquant zéro au trait de la règle graduée que recouvre le bord supérieur de la gaine à crémaillère (*cr*); il sera facile, en tournant le bouton (*b*), de déterminer de combien il faut tourner celui-ci, pour faire avancer d'un millimètre la platine (*pl*) du porte-objet du microscope, et par conséquent de savoir de combien de fractions de millimètre chaque degré du bouton fait avancer la platine. Cela étant reconnu avec précision, soit un objet microscopique placé sur le porte-objet, et dont on veut mesurer la profondeur, pour arriver à en déterminer le volume, on en amène la surface supérieure au foyer (561), on note alors, sur la circonférence du bouton, à l'encre rouge ou à l'encre de Chine, ce point de la circonférence, qui correspond au zéro de l'arc de cercle gradué; et l'on fait ensuite avancer la platine, jusqu'à ce que la surface inférieure de l'objet observé soit à son tour arrivée au foyer du microscope. En lisant alors sur l'arc gradué la marche de la circonférence du bouton (*b*), on saura de combien de fractions de millimètre la platine a avancé, pour amener la surface inférieure de l'objet microscopique à la hauteur où se trouvait, au commencement de l'opération, la surface supérieure, et par conséquent on connaîtra, en fractions de

millimètre, la dimension en profondeur (cette dimension qui, combinée avec celles de la largeur et de la longueur, et d'après les règles du jaugeage, donnera la capacité ou du solide observé.

772. Au moyen du même appareil, on peut à constater non pas le poids des corps mais les rapports de leurs pesanteurs spécifiques et on aura une balance, pour ainsi dire statique, dans la simple cavité du *porréactifs* (486). Que l'on soit parvenu à mesurer la plus grande profondeur de ces cavités circulaires, après avoir marqué le point le centre du segment au moyen d'une pointe. Si l'on remplit cette cavité d'un liquide dans lequel on y projette un corps solide moins pesant que le liquide, celui-ci s'arrêtera à une certaine profondeur, mais sans aller jusqu'au fond. On connaîtra à quelle profondeur au moyen du procédé ci-dessus, et l'on pourra la sorte établir, par l'expérience, d'après la nouvelle méthode, les rapports de densité de divers corps de la nature, qui ne sont susceptibles d'être observés que sous des volumes très petits.

773. A l'opacité seule d'un corps projeté dans un liquide, on reconnaît assez souvent si un corps est resté à la surface et ne s'est pas mouillé, et que dès lors, au lieu d'être immergé dans le liquide, il est en réalité observé à la surface.

774. La différence de densité de deux corps peut être indiquée par la manière dont ils se comportent dans un liquide, et l'autre réfractent les rayons lumineux tel procédé ne saurait donner qu'une mesure relative, et non une mesure de précision. Les modifications apportées au pouvoir réfringent d'une substance, par l'imbibition du liquide, ne laissent pas que d'offrir des ressources à l'observation anatomique des tissus. Si, par exemple, un organe sphérique et transparent d'une pâte en apparence homogène; si, après un séjour plus ou moins prolongé dans un liquide, l'aspect de l'organe change, qu'une partie acquière une plus grande transparence que l'autre, qu'une partie s'éclaircisse, quand l'autre s'assombrit, ce sera la preuve la moins contestable de la différence de densité de deux substances au moins, et d'absorber le liquide et possède un pouvoir plus ou moins voisin de celui-ci, et dont n'a aucune affinité pour ce menstrue. On verra, en variant les menstrues, en combinant les inductions, les images réfractées avec

réfraction, les données de l'expérience avec celles de l'expérience en grand, on a avec une facilité qu'on aurait de la recevoir d'avance, on parviendra, dis-je, à rassembler les tissus et les substances solubles, à les dissoudre dans tel ou tel menstrue, les uns qui, sans être solubles, s'assimilent et s'étendent en se l'assimilant.

## CHAPITRE X.

### DE L'OBSERVATION DES INFINIMENT PETITS (319).

Le premier et presque l'unique principe de méthode appliquée à l'étude des infiniment petits est qu'elle ne diffère en rien de la synthèse ; nous dirige dans l'étude des infiniment petits et cette proposition, qui porte le cachet de la science ordinaire, a pourtant été, il y a quelques années, le signal de toute une révolution scientifique.

Raisonnez donc des objets que vous ne pouvez voir qu'à l'aide d'une lentille réfringente, ne raisonnez des objets que vous pouvez voir à l'œil nu. Mais observez que les premiers vous apparaissent, pour ainsi dire, à distance ; qu'on les voit, sans les entendre, sans les toucher, et sans les manier ; il faut donc apporter à l'étude, la réserve, la persévérance, et la patience, qui servent de guide à l'homme de science, lorsqu'il se propose de reconnaître la nature et les rapports des objets placés à grandes distances. Car ici il faut attendre la circonstance qu'on obtient ailleurs de la manipulation ou d'une série de recherches ; et l'on ne revient pas deux fois avec les mêmes instruments ; c'est à la patience de l'esprit, qui est le principe des sciences, à féconder ce germe à peine né, que l'occasion fugitive a jeté comme une étincelle aux yeux de l'observateur.

Méfiez-vous de la première vue ; c'est l'œil qui se laisse séduire, mais le fléau de la science ; elle ne se contente pas des merveilles, jamais une vérité ; elle ne se contente pas du spectacle, mais l'observateur ne tarde

pas à en faire justice. Notez et dessinez tout ce que vous verrez pour la première fois ; ne commencez à interpréter qu'à la dixième ; ne décidez que du moment où l'observation qui suit, ne vous indiquera plus rien à retrancher de l'observation qui précède. Vous dire ensuite d'avance l'instant où la vérité se révélera, vous compter le nombre de faux pas que vous ferez, avant d'arriver au terme de la carrière, vous décrire les signes auxquels vous reconnaîtrez le but où tend à vous conduire une observation de détail, ce serait vouloir vous apprendre ce qui est en vous, vous décrire vos propres impressions, et vous révéler votre conscience. L'évidence est un point mathématique, qui se trouve à la rencontre d'un nombre indéterminé de lignes tracées par l'observation. Si vous ne pouvez nous donner l'inclinaison de ces diverses lignes, comment vous rendrions-nous en réponse la distance du point où elles vont converger ?

778. Mais après avoir fait ces quelques pas dans l'étude des molécules, n'allons pas nous arrêter tout à coup ; comme, avant la découverte des verres grossissants, on s'était arrêté aux limites de la vision distincte. Restons en garde contre cette idée, que tout ce que le microscope ne nous montre pas grand est petit, que tout ce qu'il ne nous montre pas compliqué est d'une simplicité extrême ; et qu'il n'y a pas autre chose enfin, dans un être, que ce que nous y font voir les plus forts grossissements. Cette manière de raisonner, qui placerait les limites de l'organisation et de l'existence aux limites du grossissement, ne ferait que reculer d'un cran l'erreur de nos ancêtres, qui ne supposaient plus rien au delà des limites de la vision ; il faudrait recommencer et avancer le jalon à chaque perfectionnement apporté au grossissement des lentilles. N'établissons pas que la monade, ce globe animé, qui, à nos plus forts grossissements, apparaît à peine avec le diamètre d'un millimètre, est dépourvue des organes que nous distinguons sur les infusoires, qui, au même grossissement, apparaissent occupant une surface de plusieurs centimètres ; mais supposons plutôt qu'un petit être qui court, fuit, avance et recule comme un grand, doit obéir aux mêmes leviers que l'autre. A une lentille d'un pouce, le grand nous paraît aussi simple dans sa structure, que nous paraît le petit à un plus fort grossissement ; raisonnons de celui-ci, comme du grand que nous observons à une faible lentille, et demandons à l'analogie ce que nous refusent nos moyens actuels d'observation.

779. L'ANALYSE EST INFAILLIBLE. TOUTES LES FOIS QU'ELLE SE FAIT, ON CONTINUE LA LIGNE DROITE. ON A TRACÉ L'OBSERVATION DES FAITS. C'EST UNE PROGRESSION PAR QUOTIENT ET PAR RAISONNEMENT, QUI ABOUTIT À L'ÉVIDENCE. QUAND L'OBSERVATION

EST ÉLACÉE EN A MONTRANT QUE LES PREMIERS TERMES. LE PREMIER SERA, PLUS D'UNE FOIS, EN CE CONSEQUENCE IMMÉDIATE.

---

## DEUXIÈME PARTIE.

---

### SYSTÈME OU CHIMIE DESCRIPTIVE.

---

ons décrit , dans la première par-  
qui doit présider aux opérations ;  
poser, dans cette deuxième partie,  
doit conduire à l'interprétation  
: Dans l'une, nous avons appris à  
ment ; dans l'autre, il nous faut  
onner et à déduire, c'est-à-dire à  
ogie qui lie entre eux les faits  
e les ranger selon l'ordre de leurs  
pouvoir les retrouver au besoin,  
s études subséquentes. Ce n'est  
la théorie qui s'élève haut, et  
r jusqu'à la cause ; ce n'est encore  
qui marche terre à terre, et s'ar-  
it des faits observés.

le tout système se divise en deux  
ictes. Dans l'une, on en développe  
l'autre on en fait l'application ;  
l'attache à grouper les générali-  
, on énumère les détails ; l'une

est le système proprement dit, et l'autre en est la  
CLASSIFICATION. Nous adopterons cette division  
dans cette seconde partie.

781. Le système diffère de la classification,  
comme l'histoire diffère de la chronologie, comme  
la synthèse diffère de l'analyse, comme le résumé  
diffère du catalogue, comme l'exposition diffère de  
la table par ordre des matières. La classification  
procède par dichotomies, par divisions et subdi-  
visions divergentes ; elle dissèque ; le système coor-  
donne, c'est un cercle continu ; on peut le pren-  
dre par tous les points de la circonférence,  
on est sûr de revenir au point de départ. La  
classification enfin, c'est l'inventaire des acqui-  
sitions de la science ; le système est l'expres-  
sion de la théorie. Aussi le système est faux  
ou vrai, la classification est bonne ou mau-  
vaise.

782. La nomenclature est le vocabulaire de l'une  
et de l'autre.

## PREMIÈRE SECTION.

### SYSTÈME DE CHIMIE ORGANIQUE.

783. Le caractère par lequel le système se révèle, est tout entier dans la simplicité de son énoncé ; il n'est rien moins que découvert, dès qu'il se complique ; car le système est la raison d'une progression dont les faits constituent les termes. La raison d'une progression est une, quoiqu'elle serve et qu'elle explique à l'infini. Non pas qu'un système vrai soit par cela seul invariable ; il changera au contraire, une fois que de nouveaux faits viendront s'intercaler entre chacun de ceux qui formaient la première série ; nous aurons alors une nouvelle raison, un nouveau rapport, un nouveau système, tout aussi vrai qu'était le premier, dans la première hypothèse. Le système le meilleur n'est pas celui qui ne change jamais ; c'est celui qui exprime un rapport vrai, et qui prépare un autre système, en traçant la route qui conduit au plus grand nombre de faits nouveaux.

784. Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'esprit de l'homme s'est appliqué à rechercher les lois, en vertu desquelles les corps de la nature s'associent ou se séparent, se combinent ou se décomposent ; car ce n'est pas d'aujourd'hui que l'esprit de l'homme est empreint d'une irrésistible tendance à se rendre compte des phénomènes qui frappent ses regards, et à deviner la cause, à l'instant où apparaît l'effet. Tubalcaïn dut se faire une théorie, en voyant les métaux couler liquides, diaphanes et brûlants, sous l'influence de la flamme, et reprendre leur première consistance et leur première opacité en refroidissant. Avant lui, on avait dû s'expliquer, d'une manière satisfaisante, la combustion des corps organisés ; et l'idée du néant date peut-être de l'époque, où l'étincelle que le choc avait fait jaillir du caillon, s'attachant à la paille desséchée, s'élançait bientôt dans les airs, comme un monstre de flamme, dévorant les arbres et les animaux, et ne laissant après elle d'autre trace visible de tout ce qu'on avait vu auparavant, qu'un peu de terre plus blanche que l'autre, et qui

finissait par noircir à son tour. Ainsi, la puissance de la flamme, les corps organisés étaient partagés en air et en terre, mais avant ils renfermaient visiblement de l'eau ; l'air, la terre et l'eau furent dès lors les matières premières, avec lesquelles les mains de la nature avaient pétri tous les êtres qu'il est donné à l'homme de contempler ; ils formaient les éléments, dont tous les êtres de la création des combinaisons en proportions variables.

785. L'alchimie qui recueillit les substances sous leurs formes, qui les emprisonna comme des colombes, qui leur reconnut la puissance de dissoudre l'eau et les liquides, se fit nécessairement un peu mieux arrêtée de l'air et de tout ce qui lui ressemble. L'air n'en fut pas moins une substance tout invisible qu'il était, puisqu'il était capable de lutter avec les substances visibles ; on les rassembla toutes les substances de ce genre sous le nom de *gaz* (esprits follets), dénomination métaphysique que nous aurions tort de regarder comme superstitieuse ; car si l'on voulait déduire la philosophie de la superstition d'un auteur, de la nomenclature qu'il adopte, il n'est pas une expression, une diversité de nomenclatures scientifiques, qui ne constituât en flagrant délit de superstition la magie naturelle. N'avons-nous pas maintes fois des noms de gaz et d'esprits alcooliques et éthers ? n'avons-nous pas déposé la foudre (*fulgur*) dans une capsule de trois millimètres ? n'avons-nous pas conservé au phosphore, l'épithète de *lucifer* et d'*hesperus* ? Les alchimistes, malgré une foi si vive et si désintéressée dans toute-puissance de la science, n'étaient que des superstitieux croyants ; eux, si savants et si positifs dans les faits observés, n'étaient que des crédules dans les généralités. Ils ne savaient rien, mais pauvres de cet or, sans lequel l'homme perd l'espoir de reculer les bornes de la science, ils ne tardèrent pas à s'apercevoir que pour en obtenir, il valait mieux flatter l'avarice que de stimuler la générosité ; ils



le l'or, en promettant de faire de l'or. Les rois et leurs peuples tombèrent dans le piège ; ils se firent de l'or à la science, qui leur rendit le l'or, en leur promettant mieux, et en leur offrant en nantissement la formule inintelligible du *grand arcane* ; bien convaincue que, si jamais elle parvenait à leur composer de l'or avec des métaux, elle ne leur aurait pas fait un cadeau plus vain que ses gaz ; car l'or cesserait d'avoir de la valeur, s'il devenait aussi commun que l'air. Ce n'est pas non plus d'aujourd'hui qu'à Paris, où le grand semble se jouer de l'homme, on se met à le faire servir à ses ébats, en lui jetant une obole ou lui cinglant un coup de fouet, dans le coin de ce bas monde, un Prométhée de tant de riches extravagances, et semble se livrer aux caprices de la puissance, afin de ramener son or en vérités. Aux yeux de ceux qui raisonnent, ces Prométhées ont été de tout temps les grands fous, qu'ils s'appellent chimistes ou alchimistes.

Il est fâcheux pour la science que, dans la dernière période, de montrer à nu toute leur sagesse, les alchimistes aient peu écrit, ou n'aient écrit qu'en langage hiéroglyphique ; il est fâcheux qu'ils ne nous aient transmis que par tradition les faits utiles dont ils ont enrichi la métallurgie ; tout cela, en effet, que dans leurs écrits on aurait pu trouver plus d'un germe d'une bonne théorie. Mais les maîtres sots, dont ils exploitaient les travers, et qui, au lieu de la science, auraient deviné dès cet instant que le *grand arcane* de l'alchimie n'était qu'un secret de faire de l'or ; et peut-être alors la féerie serait devenu le dernier creuset de la science.

Ce que nous disons est d'autant plus vraisemblable, que, dès que l'alchimie eut le droit de se débarrasser sans se compromettre, elle se montra traductrice du noble désir d'expliquer et d'interpréter. Dès l'invention de l'imprimerie eut donné au public une publicité pour avocat, on vit le système de la science, le voile de l'allégorie, se débarrasser du mystère, et se débarrasser de la magie naturelle, et se proposer, comme une pensée qui n'a d'autre corrélation que les faits observés.

C'est aussi instructif qu'intéressant d'avoir une histoire des progrès systématiques de la chimie, ou plutôt des sciences d'observation, à partir de la découverte de l'imprimerie. Notre objet n'est pas ici de remonter si haut ; nous ne nous arrêterons qu'aux théories culminantes, à celles qui offrent le caractère d'une grande géné-

## § I. Histoire de la théorie atomistique.

788. Sous ce dernier rapport, l'histoire de la théorie commence certainement à Stahl, qui, admettant le phénomène de l'ignition, comme une substance, à laquelle il donna le nom de phlogistique (*phlogiston*), expliquait ainsi avec un rare bonheur, non-seulement la combustion, mais encore les diverses combinaisons chimiques. Il y avait en effet, à ses yeux, combustion et combinaison, par le dégagement du phlogistique, qui produisait le feu ou la chaleur.

789. Mais Bayen fit plus tard observer qu'il était impossible d'expliquer, de cette manière, la réduction du mercure opérée sans l'addition d'aucune substance combustible. Lavoisier démontra que la destruction de la combustibilité, au lieu d'être accompagnée de la perte de quelque substance, était due au contraire à la combinaison du corps combustible avec un corps gazeux, auquel il donna le nom d'oxygène. Et cette découverte seule fournit la théorie générale de la chimie inorganique, théorie qui a été à peine modifiée jusqu'à nous, et que Guyton de Morveau n'eut qu'à traduire en terminaisons, pour en obtenir la plus heureuse nomenclature. Tous les corps de la nature devinrent dès lors des combinaisons de corps indécomposables par nos procédés actuels, que l'on désigna sous le nom de corps simples ou éléments, et dont le nombre s'est successivement élevé à 57, les uns gazeux, les autres liquides, et les autres solides. L'air devint un mélange de 21 d'oxygène et de 79 d'azote ; l'eau, une combinaison de deux volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène. La terre ne conserva son unité qu'en géologie. Le feu sortit du domaine des corps pondérables, pour passer dans celui de la physique. L'oxygène, en se combinant avec un métal, forma un oxyde de ce métal ; en se combinant avec une substance métalloïde, en une proportion telle, que la combinaison rougit la teinture de tournesol, il forma un acide désigné par le nom de la substance, terminé par les syllabes *ique* ou *eux*, selon les proportions d'oxygène : *acide sulfurique*, *acide sulfureux*, c'est-à-dire acide composé de soufre et d'oxygène en diverses proportions. Les radicaux des acides, en se combinant entre eux ou avec les radicaux des oxydes, se désignèrent par la terminaison *ure* ajoutée au radical de l'acide : *carbure de soufre*, *sulfure de carbone*, ou combinaison de carbone et de soufre ; *carbure de fer* (acier), ou combinaison de carbone et de fer. La combinaison des acides et des oxydes prit la terminaison *ate*, ajou-

deux atomes d'oxygène = 200 , et deux atomes d'azote = 177,02 ; total 377,02.

L'acide azotique ou nitrique y est représenté par la formule  $Az^2 O^5$ , c'est-à-dire par une combinaison de cinq atomes d'oxygène = 500, et deux atomes d'azote = 177,02 ; total 677,02. Les nitrates sont représentés par la formule  $Az^2 O^5 + pO$ , c'est-à-dire par la combinaison de 677,02 d'acide nitrique, avec une quantité d'oxyde, dont la base  $p$  est combinée avec 100 d'oxygène. D'après cette règle, on trouvera, par l'usage de cette table,

que 677,02 d'acide nitrique se combinent avec 1451,61 d'oxyde d'argent = *nitrate d'argent* ; — avec 956,93 d'oxyde de baryte = *nitrate de baryte* ; — avec 891,58 d'oxyde de cuivre = *nitrate de cuivre* ; — avec 430,21 d'oxyde de fer = *nitrate de fer* ; — avec 114,11 d'alumine = *nitrate d'alumine*, etc. D'où l'on doit voir qu'on peut se servir de ces tables, pour établir les proportions relatives des éléments d'une combinaison quelconque.

---

NOMINATION française des corps simples.	POIDS théorique de leur atome.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs combinaisons binaires.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs sels.
A. MÉTALLOÏDES.			
O. . . . .	100	Az <sup>2</sup> O protoxyde d'Azote . . . . .	Azotites ou nitrites. Az <sup>2</sup> O <sub>3</sub> + ρO (*). Azotat. ou nitrat. Az <sup>2</sup> O <sub>5</sub> + ρO.
Az. . . . .	88,51	Az <sup>2</sup> O <sub>2</sub> bioxyde d'Azote. . . . .	
		Az <sup>2</sup> O <sub>3</sub> acide azoteux. . . . .	
		Az <sup>2</sup> O <sub>4</sub> acide hypoazotique. . . . .	
		Az <sup>2</sup> O <sub>5</sub> acide azotique. . . . .	
		Az <sup>2</sup> C <sub>4</sub> cyanogène. . . . .	
. . . . .	68,10	Az <sup>2</sup> H <sub>6</sub> ammoniaque. . . . .	Borates. 2 (B <sup>2</sup> O <sub>3</sub> ) + ρO.
		B <sup>2</sup> O <sub>3</sub> acide borique. . . . .	
		B <sup>2</sup> O <sub>3</sub> + 3 (H <sub>2</sub> O) acide borique cris- tallisé. . . . .	
		BCh <sup>3</sup> chlorure de bore. . . . .	
Br. . . . .	489,15	BF <sup>3</sup> acide fluoborique. . . . .	Brômates. Br <sup>2</sup> O <sub>5</sub> + ρO.
		Br <sup>2</sup> O <sub>5</sub> acide brômique. . . . .	
. . . . .	38,92	Br H acide hydrobrômique. . . . .	Carbonates. C <sup>2</sup> O <sub>2</sub> + ρO. Sesquicarbonat. C <sup>5</sup> O <sub>3</sub> + ρO. Bicarbonates. C <sup>4</sup> O <sub>4</sub> + ρO.
		C <sup>2</sup> O oxyde de carbone. . . . .	
		CO acide carbonique. . . . .	
		CCh protochlorure. . . . .	
C. . . . .	116,90	C <sup>2</sup> Ch <sub>3</sub> sesquichlorure. . . . .	Chlorites. Ch <sup>2</sup> O + ρO. Chlorates. Ch <sup>2</sup> O <sub>3</sub> + ρO.
		Ch <sup>2</sup> O acide chloreux. . . . .	
		Ch O acide hypochlorique. . . . .	
		Ch <sup>2</sup> O <sub>3</sub> acide chlorique. . . . .	
Ch ou Cl. . . . .	221,32	Ch <sup>2</sup> O <sub>7</sub> acide hyperchlorique. . . . .	Hydrates. H <sup>2</sup> O + ρO.
		Ch H acide hydrochlorique. . . . .	
		H F acide hydrofluorique. . . . .	
). . . . .	116,90	H <sup>2</sup> O Eau. . . . .	Iodates. I <sup>2</sup> O <sub>5</sub> + ρO.
		H O bioxyde d'hydrogène, eau oxy- génée. . . . .	
me (H). . . . .	6,24	I <sup>2</sup> O <sub>5</sub> acide iodique. . . . .	Hypophosphites, 2 (P <sup>2</sup> O + ρO) + 3 (H <sub>2</sub> O). Phosphites. P <sup>2</sup> O <sub>3</sub> + 2 ρO). Phosphates. P <sup>2</sup> O <sub>5</sub> + 2 (ρO).
. . . . .	789,75	I H acide hydriodique. . . . .	
		AzI <sub>3</sub> iodure d'azote. . . . .	
		P O oxyde de phosphore. . . . .	
		P <sup>2</sup> O <sub>3</sub> acide phosphoreux. . . . .	
		P <sup>2</sup> O <sub>5</sub> acide phosphorique. . . . .	
re (P). . . . .	196,15	P CH <sup>3</sup> protochlorure de phosphore.	
		P CH <sup>5</sup> perchlorure de phosphore.	

igne ρ désigne le radical de l'oxyde. Si ρ désigne le fer, ces deux formules désigneront le nitrite et de fer.

DÉNOMINATION française et signes des corps simples.	POIDS théorique de leur atome.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs combinaisons binaires.	DÉNOMINAT et formule de leurs ac
Sélénium (Se). . . .	494,58	<div><div>Se O2 acide sélénieux. . . . .</div><div>Se O3 acide sélénique. . . . .</div><div>Se H2 acide hydrosélénique. . . . .</div></div>	<div>Sélénites. Se O2 + pO</div> <div>Séléniates. Se O3 + pO.</div>
Silicium (Si). . . .	277,31	<div><div>Si O3 acide silicique ou silice. . . .</div><div>Si F3 acide fluosilicique. . . . .</div></div>	<div>Silicates. Si O3 + pO.</div>
Soufre (S). . . . .	201,16	<div><div>SO acide hyposulfureux. . . . .</div><div>SO2 acide sulfureux. . . . .</div><div>S2O5 acide hyposulfurique. . . . .</div><div>SO3 acide sulfurique. . . . .</div><div>SH2 acide hydrosulfurique. . . . .</div></div>	<div>Sulfites. SO2 + pO</div> <div>Hyposulfates. S2O5 + pO.</div> <div>Sulfates. SO3 + pO.</div>
Thorinium. (Th). . .	744,90	<div><div>Th O oxyde de thorinium (thorine).</div><div>Th Ch2 chlorure de thorinium. . .</div></div>	
Zirconium (Zr). . .	420,20	<div><div>Zr2O3 oxyde de zirconium (zircone)</div><div>Zr Ch3 chlorure de zirconium. . .</div></div>	
B. MÉTAUX.			
Aluminium (Al). . .	171,17	<div><div>Al2O3 oxyde d'aluminium (alumine)</div><div>Al Ch3 chlorure d'aluminium. . .</div></div>	
Antimoine (Sb). . .	800,45	<div><div>Sb2O3 protoxyde d'antimoine. . . .</div><div>SbO2 acide antimonieux. . . . .</div><div>Sb2O5 acide antimonique. . . . .</div><div>Sb Ch3 protochlorure d'antimoine.</div><div>Sb Ch4 perchlorure d'antimoine. .</div><div>Sb2S3 protosulfure d'antimoine. .</div><div>SbI3 protoiodure. . . . .</div></div>	<div>Antimonites. SbO2 + pO.</div> <div>Antimoniates. Sb2O5 + pO.</div>
Argent (Ag). . . . .	1351,61	<div><div>AgO protoxyde d'argent. . . . .</div><div>AgS sulfure. . . . .</div><div>AgCh2 chlorure. . . . .</div><div>AgI2 iodure. . . . .</div></div>	<div>Arsénites. As2O3 + 2(pO).</div>
Arsenic (As). . . . .	470,12	<div><div>As2O3 acide arsénieux. . . . .</div><div>As2O5 acide arsénique. . . . .</div><div>AsS protosulfure d'arsenic. . . . .</div><div>As2S3 deutosulfure d'arsenic. . . .</div><div>AsF3 fluorure d'arsenic. . . . .</div><div>AsCh3 chlorure d'arsenic. . . . .</div><div>AsI3 iodure. . . . .</div></div>	<div>Arséniates. As2O5 + 2(pO).</div>
Barium (Ba). . . . .	856,93	<div><div>BaO oxyde de barium (baryte). . .</div><div>BaO2 bioxyde. . . . .</div><div>BaS sulfure de barium. . . . .</div><div>BaCh2 chlorure de barium. . . . .</div><div>BaF2 fluorure de barium. . . . .</div><div>BaI2 iodure de barium. . . . .</div></div>	

DÉNOMINATION française des corps simples.	POIDS théorique de leur atome.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs combinaisons binaires.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs sels.
(Bi) . . .	880,92	<div><div>BiO bismuth (protoxyde de).</div><div>Bi2O3 sesquioxyde de bismuth.</div><div>BiS sulfure de bismuth.</div><div>BiCh3 chlorure de bismuth.</div><div>BiI3 iodure de bismuth.</div></div>	
n ( Cd) . . .	696,77	<div><div>CdO oxyde de cadmium.</div><div>CdS sulfure de cadmium.</div></div>	
(Ca). . . .	256,03	<div><div>CaO oxyde de calcium (chaux).</div><div>CaO2 bioxyde de calcium.</div><div>CaS sulfure de calcium.</div><div>CaF2 fluorure de calcium.</div><div>CaCh2 chlorure de calcium.</div><div>CaI2 iodure de calcium.</div></div>	
Ce). . . .	574,70	<div><div>CeO protoxyde de cérium.</div><div>Ce2O3 sesquioxyde de cérium.</div><div>CeCh2 protochlorure de cérium.</div><div>CeCh3 sesquichlorure de cérium.</div></div>	
(Cr). . . .	351,82	<div><div>Cr2O3 oxyde de chrome.</div><div>CrO3 acide chromique.</div></div>	<div><div>Chromates.</div><div>CrO3 + pO.</div></div>
Co). . . .	568,99	<div><div>CoO protoxyde de cobalt.</div><div>Co2O3 peroxyde de cobalt.</div><div>CoCh2 chlorure de cobalt.</div></div>	
um , ou Tan- a). . . .	1153,70	<div><div>TaO oxyde de colombium.</div><div>Ta2O3 acide colombique.</div></div>	<div><div>Colombates.</div><div>Ta2O3 + pO.</div></div>
Cu). . . .	393,69	<div><div>Cu2O protoxyde de cuivre.</div><div>CuO bioxyde.</div><div>CuO2 peroxyde.</div><div>Cu2S protosulfure de cuivre.</div><div>CuS bisulfure.</div><div>CuCh protochlorure de cuivre.</div><div>CuCh2 bichlorure.</div><div>CuI iodure de cuivre.</div></div>	
a). . . .	735,29	<div><div>SnO protoxyde d'étain.</div><div>SnO2 bioxyde.</div><div>SnS protosulfure d'étain.</div><div>SnS2 bisulfure.</div><div>SnCh2 protochlorure d'étain.</div><div>SnCh4 bichlorure.</div><div>SnI2 iodure d'étain.</div></div>	
. . . .	339,21	<div><div>FeO protoxyde de fer.</div><div>Fe2O3 sesquioxyde de fer.</div><div>FeS protosulfure de fer.</div><div>FeS2 persulfure.</div><div>FeCh2 protochlorure de fer.</div><div>FeCh3 sesquichlorure de fer.</div><div>FeI2 iodure de fer.</div></div>	
n (Gl ou Be). .	531,26	<div><div>Gl2O3 oxyde de glucinium ( glu- cine).</div><div>GlCh3 chlorure de glucinium.</div></div>	



DÉNOMINATION française et signes des corps simples.	POIDS théorique de leur atome.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs combinaisons binaires.	DÉNOMINATION et formules de leurs sels
Iridium (Ir). . . . .	1233,50	<div><div>IrO protoxyde d'iridium. . . . .</div><div>Ir<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sesquioxyde. . . . .</div><div>IrO<sub>3</sub> peroxyde. . . . .</div><div>IrC<sub>3</sub> carbure d'iridium. . . . .</div><div>IrS protosulfure d'iridium. . . . .</div><div>Ir<sub>2</sub>S<sub>3</sub> sesquisulfure. . . . .</div><div>IrS<sub>2</sub> persulfure. . . . .</div><div>IrCh<sub>2</sub> protochlorure d'iridium. . . . .</div><div>IrCh<sub>3</sub> sesquichlorure. . . . .</div><div>IrCh<sub>4</sub> perchlorure. . . . .</div></div>	
Lithium (L). . . . .	80,37	<div><div>LO oxyde de lithium (lithine) . . . . .</div><div>LCh<sub>2</sub> chlorure de lithium. . . . .</div></div>	
Magnésium (Mg ou Ma).	158,35	<div><div>MgO oxyde de magnésium (magnésie). . . . .</div><div>MgCh<sub>2</sub> chlorure de magnésium. . . . .</div><div>MgI<sub>2</sub> iodure de magnésium. . . . .</div></div>	
Manganèse (Mn). . . . .	345,89	<div><div>MnO protoxyde de manganèse. . . . .</div><div>Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sesquioxyde de manganèse. . . . .</div><div>MnO<sub>2</sub> peroxyde de manganèse. . . . .</div><div>MnO<sub>3</sub> acide manganique (vert). . . . .</div><div>Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> acide hypermanganique (rouge). . . . .</div><div>MnS sulfure de manganèse. . . . .</div><div>MnCh<sub>2</sub> chlorure de manganèse. . . . .</div></div>	<div><div>Manganates.</div><div>MnO<sub>3</sub>+PO.</div><div>Hypermangan</div><div>Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>+PO.</div></div>
Mercure (Hg.) . . . . .	1265,82	<div><div>Hg<sub>2</sub>O protoxyde de mercure. . . . .</div><div>HgO bioxyde. . . . .</div><div>Hg<sub>2</sub>S protosulfure de mercure. . . . .</div><div>HgS bisulfure (cinabre). . . . .</div><div>HgCh protochlorure de mercure (merc. doux.) . . . . .</div><div>HgCh<sub>2</sub> bichlorure (sublimé corrosif). . . . .</div><div>HgI protiodure (vert). . . . .</div><div>HgI<sub>2</sub> biiodure (rouge). . . . .</div></div>	
Molybdène (Mo). . . . .	598,52	<div><div>MoO oxyde de molybdène. . . . .</div><div>MoO<sub>2</sub> acide molybdeux. . . . .</div><div>MoO<sub>3</sub> acide molybdique. . . . .</div><div>MoS<sub>2</sub> sulfure de molybdène. . . . .</div><div>MoS<sub>3</sub> trisulfure de molybdène. . . . .</div></div>	<div><div>Molybdates.</div><div>MoO<sub>3</sub>+PO.</div></div>
Nickel (Ni). . . . .	369,67	<div><div>NiO oxyde de nickel. . . . .</div><div>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub> peroxyde de nickel. . . . .</div><div>NiS sulfure de nickel. . . . .</div><div>NiCh<sub>2</sub> chlorure de nickel. . . . .</div></div>	
Or (Au). . . . .	1243,02	<div><div>Au<sub>2</sub>O protoxyde d'or. . . . .</div><div>Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> peroxyde. . . . .</div><div>Au<sub>2</sub>S sulfure d'or. . . . .</div><div>AuCh protochlorure d'or. . . . .</div><div>AuCh<sub>3</sub> perchlorure. . . . .</div></div>	

DÉNOMINATION générale des corps simples.	POIDS théorique leur atome.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs combinaisons binaires.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs sels.
. . . . .	1244,48	$\left\{ \begin{array}{l} \text{OsO protoxyde d'osmium. . . . .} \\ \text{Os}_2\text{O}_3 \text{ bioxyde. . . . .} \\ \text{OsO}_3 \text{ peroxyde. . . . .} \\ \text{OsO}_4 \text{ acide osmique. . . . .} \\ \text{OsS}_4 \text{ sulfure d'osmium. . . . .} \\ \text{OsCh}_2 \text{ protochlorure d'osmium. . . . .} \\ \text{OsCh}_4 \text{ perchlorure. . . . .} \end{array} \right.$	
a). . . . .	665,90	$\left\{ \begin{array}{l} \text{PaO protoxyde de palladium. . . . .} \\ \text{PaO}_2 \text{ bioxyde de palladium. . . . .} \\ \text{PaS sulfure de palladium. . . . .} \\ \text{PaCh}_2 \text{ protochlorure de palladium. . . . .} \\ \text{PaCh}_4 \text{ bichlorure de palladium. . . . .} \end{array} \right.$	
. . . . .	1233,50	$\left\{ \begin{array}{l} \text{PtO protoxyde de platine. . . . .} \\ \text{PtO}_2 \text{ bioxyde de platine. . . . .} \\ \text{PtS protosulfure. . . . .} \\ \text{PtS}_2 \text{ bisulfure. . . . .} \\ \text{PtCh}_2 \text{ protochlorure de mercure. . . . .} \\ \text{PtCh}_4 \text{ bichlorure. . . . .} \end{array} \right.$	
. . . . .	1294,50	$\left\{ \begin{array}{l} \text{PbO protoxyde de plomb. . . . .} \\ \text{Pb}_2\text{O}_3 \text{ sesquioxyde de plomb. . . . .} \\ \text{PbO}_2 \text{ peroxyde de plomb. . . . .} \\ \text{PbS sulfure de plomb. . . . .} \\ \text{PbF}_2 \text{ fluorure de plomb. . . . .} \\ \text{PbCh}_2 \text{ chlorure de plomb. . . . .} \\ \text{PbI}_2 \text{ iodure de plomb. . . . .} \end{array} \right.$	
). . . . .	489,92	$\left\{ \begin{array}{l} \text{K O oxyde de potassium (potasse). . . . .} \\ \text{KO}_3 \text{ peroxyde de potassium. . . . .} \\ \text{KS sulfure de potassium. . . . .} \\ \text{KCh}_2 \text{ chlor. de potassium. . . . .} \\ \text{KF}_2 \text{ fluorure de potassium. . . . .} \\ \text{KBr}_2 \text{ brom. de potassium. . . . .} \\ \text{KI}_2 \text{ iodure de potassium. . . . .} \end{array} \right.$	
. . . . .	651,40	$\left\{ \begin{array}{l} \text{R O protoxyde de rhodium. . . . .} \\ \text{R}_2\text{O}_3 \text{ sesquioxyde de rhodium. . . . .} \\ \text{R}_2\text{S}_3 \text{ sulfure de rhodium. . . . .} \\ \text{RCh}_3 \text{ chlorure de rhodium. . . . .} \end{array} \right.$	
. . . . .	290,90	$\left\{ \begin{array}{l} \text{NaO oxyde de sodium (soude). . . . .} \\ \text{Na}_2\text{O}_3 \text{ peroxyde de sodium. . . . .} \\ \text{NaS sulfure de sodium. . . . .} \\ \text{NaCh}_2 \text{ chlorure de sodium. . . . .} \\ \text{NaF}_2 \text{ fluorure de sodium. . . . .} \\ \text{NaBr}_2 \text{ bromure de sodium. . . . .} \\ \text{NaI}_2 \text{ iodure de sodium. . . . .} \end{array} \right.$	
. . . . .	547,28	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SrO protoxyde de strontium (strontiane). . . . .} \\ \text{SrO}_2 \text{ peroxyde de strontium. . . . .} \\ \text{SrS sulfure de strontium. . . . .} \\ \text{SrCh}_2 \text{ chlorure de strontium. . . . .} \\ \text{SrI}_2 \text{ iodure de strontium. . . . .} \end{array} \right.$	

DÉNOMINATION française et signes des corps simples.	POIDS théorique de leur atome.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs combinaisons binaires.	DÉNOMINATIONS et formules de leurs sels.
Tellure (Tc). . . . .	301,74	TeO2 oxyde de tellure. . . . .	Tellurates. TrO3 + PO.
		TeO3 acide tellurique. . . . .	
		TeS2 sulfure de tellure. . . . .	
		TeCh2 protochlorure de tellure. . . . .	
		TeCh4 chlorure de tellure. . . . .	
		TeH2 acide hydrotellurique. . . . .	
Titane (Ti). . . . .	303,66	TiO2 acide titanique. . . . .	Titanates. TiO2 + PO.
		TiCh4 chlorure de titane. . . . .	
Tungstène ou Wolfram (W). . . . .	1183,00	WO2 oxyde de tungstène. . . . .	Tungstates. WO3 + PO.
		WO3 acide tungstique. . . . .	
		WS2 protosulfure de tungstène. . . . .	
		WS3 persulfure. . . . .	
Urane (U). . . . .	2711,56	U O oxyde d'urane. . . . .	
		U2O3 peroxyde d'urane. . . . .	
		UCh2 protochlorure d'urane. . . . .	
		UCh3 sesquichlorure d'urane . . . . .	
		US sulfure d'urane. . . . .	
Vanadium (Va). . . . .	855,84	VaO protoxyde de vanadium. . . . .	Vanadates. VaO3 + PO.
		VaO2 bioxyde de vanadium. . . . .	
		VaO3 acide vanadique. . . . .	
		VaS2 protosulfure de vanadium. . . . .	
		VaS3 persulfure de vanadium. . . . .	
		VaCh4 chlorure de vanadium. . . . .	
Yttrium (Y (*)). . . . .	402,51	Y O oxyde d'yttrium (Yttria). . . . .	
		YCh2 chlorure d'yttrium. . . . .	
Zinc (Zn). . . . .	403,32	ZnO oxyde de zinc, . . . . .	
		ZnS sulfure de zinc. . . . .	
		ZnCh2 chlorure de zinc. . . . .	
		ZnI2 iodure de zinc. . . . .	

(\*) D'autres auteurs admettent 1330,37 pour le poids de l'atome de bismuth; et 948,61 ou 803,14 pour l'atome d'y

Il ne faudrait pas voir, dans le mécanisme able précédente, l'œuvre exclusive de la atomistique. Les nombres qu'elle donne, interprétés qu'ils sont par la théorie, sont d'expériences positives; ils expriment les es relatives de substances qui rentrent de combinaison. Car toutes les expériences, avec soin, sont venues confirmer la loi e par Wenzel, sur la fixité des propor- imiques. La théorie atomistique n'a rien , ni rien confirmé sur ce point; elle n'a : chercher à se représenter par des volu- e que la théorie positive des proportions ait par des poids; et les rapports du poids me, elle les a exprimés non point en chif- nais en atomes. Ce serait s'exagérer de ap son importance, que de croire qu'elle é une route nouvelle aux investigations, le terrain à des découvertes, et fait naître ités; ce serait attribuer à sa forme qui est re, un résultat qui est dû en entier au u'elle exploitait, c'est-à-dire à la théorie portions.

une fois que l'expérience directe a appris

de soude + 501,16 d'acide sulf. = sulfate de soude;

e potasse + 501,16 id. = sulfate de potasse;

le baryte + 501,16 id. = sulfate de baryte;

le chaux + 501,16 id. = sulfate de chaux;

orie survient et exprime ce résultat de la : suivante :

sulfate de soude =  $\text{Na O} + \text{S O}_3$ ;

sulfate de potasse =  $\text{K O} + \text{S O}_3$ ;

sulfate de baryte =  $\text{Ba O} + \text{S O}_3$ ;

sulfate de chaux =  $\text{Ca O} + \text{S O}_3$ ;

ra fait que traduire en signes algébri- les rapports que l'expérience avait donnés fres, en admettant que  $\text{O} = 100$ ;  $\text{S} =$

$\text{Na} = 290,9$ ;  $\text{K} = 489,9$ ;  $\text{Ba} = 856,9$ ;  $56,0$ ; — et la science théorique ou prati- perdrait rien, à ce que la table des pro- fût dressée d'après l'une ou l'autre forme. us basarderons même à avancer par an- n, que la première forme serait préférable, de sa simplicité, qui n'est que l'énoncé de ence directe. Il est à craindre que la théorie ise, dans l'esprit du chimiste, la certitude ache aux résultats directs, en le faisant pour arriver à la formule, par une foule

d'analogies hasardées et d'hypothèses arbitraires et de convention.

## § II. Application de la théorie atomistique aux phénomènes de la chimie organique.

799. Ce n'est pas le lieu, dans ce chapitre, de pousser plus loin la critique de la théorie atomistique en elle-même; nous n'avons à la juger que sous le point de vue de ses applications à l'étude des corps organisés. Ici elle a été plus qu'embar- rassante, elle a été funeste; car ici, ne se conten- tant plus de combiner les nombres obtenus direc- tement par l'expérience, elle a cherché à prévoir, à deviner, à donner d'avance des formules, sans s'apercevoir qu'elle changeait de règne, et partant de lois, et qu'elle mettait le pied sur un terrain d'une tout autre nature que le terrain inorganique.

800. En effet, expliquer le mode selon lequel les atomes doivent se grouper pour former des or- ganes, d'après la théorie qui a servi à faire com- prendre comment les atomes se groupent pour former des cristaux, ce serait déjà une tentative absurde, alors que la théorie aurait eu un plein succès dans sa première application. Car ce serait admettre implicitement que la cristallisation est l'analogue de l'organisation, et que la différence est toute nominale entre le règne inorganique et le règne organique. Or, comment a-t-on perdu de vue cette considération qui est sans réplique? c'est qu'on a forcé l'analogie en cherchant à l'étendre; c'est qu'on a confondu les accessoires d'un organe avec l'organe lui-même, et argumenté sur tout le règne organisé, de la même manière que sur les corps inorganiques que l'on a rencontrés dans les orga- nes, enfin sur des organes, comme sur les sels qu'ils recèlent.

Je m'explique. La théorie s'appliquait aux car- bonates, aux acétates, aux oxalates, qui se trou- vent dans les tissus, et qui en émanent, avec le même succès qu'aux sulfates, aux hydrochlorates inorganiques. Mais les acétates, les oxalates, etc., se décomposent par le feu en carbone, oxygène et hydrogène, dont la théorie avait déjà déterminé le poids atomique, et ces trois corps forment l'acide du sel, dont la base s'obtient sous forme de cendres. Or par une autre série d'expériences, on avait trouvé qu'en dernière analyse, toutes les substances organisées se décomposent à leur tour en carbone, oxygène, hydrogène et azote réunis, deux, trois ou quatre ensemble; on a conclu que l'on était en droit de déterminer le nombre d'a-

tomes, qui représenteraient la combinaison de ces substances dans leur état d'organisation, par les mêmes procédés qui avaient donné le nombre d'atomes de la combinaison saline. C'est là que l'analogie devenait forcée; car elle perdait de vue, en ce point, un élément qu'elle faisait pourtant entrer dans la détermination des atomes des substances inorganiques; elle perdait de vue les bases salines, et ne s'attachait plus qu'aux produits gazeux. Pour déterminer le nombre d'atomes d'un sel, elle cherchait les rapports numériques des bases et des acides, des radicaux terreux et des métalloïdes; et tout à coup elle négligeait la base et ne s'appliquait plus qu'aux gaz. Aussi avait-elle fini par transformer la chimie organique en un chaos d'anomalies et d'incohérences, où le désordre s'offrait hérissé de chiffres et de calculs; en sorte que la chimie organique, riche de faits observés, ne possédait pas une loi, et que, dans nos livres, elle paraissait aussi étrangère à la physiologie, que le règne inorganique l'est, dans la nature, par rapport au règne organisé. Ce désordre dure encore dans les ouvrages académiques; car les coupables du délit ont encore en main le sceptre de l'autorité scientifique; mais il se renferme de plus en plus dans l'enceinte du sanctuaire, et le public ne s'en rend presque plus complice, ou raisonne en vertu d'autres errements.

801. Pour se convaincre que la méthode est fautive et abusive, il suffira de placer face à face les résultats de quelques-uns de ses calculs; il paraîtra, en effet, étrange de voir que les substances les plus hétérogènes, pendant leur état de vie et d'élaboration, se présentent, après avoir passé par la filière de la théorie, exactement composées de la même façon, c'est-à-dire du même nombre d'atomes :

Sucre de canne             $= C^{12} H^{10} O^5$ ;  
 amidon                     $= C^{12} H^{10} O^5$ ;  
 gomme                      $= C^{12} H^{10} O^5$ ;  
 acide lactique des sels  $= C^{12} H^{10} O^5 (*)$ ;

Quand une théorie aboutit à de tels résultats, elle est jugée. Mais cela ne suffit pas, dans notre état social, pour qu'elle soit abandonnée; aussi est-elle largement professée dans les chaires du haut enseignement, et la voit-on hérissé du luxe facile de ses calculs les livres classiques de la chimie française; c'est par de telles absurdités qu'on mérite l'insigne honneur d'être reçu dans l'auguste

corps chimique, et d'être cité dans les compilations de l'enseignement autorisé. Forcé à notre tour de consigner ces choses dans notre livre, à la suite des analyses, mais nous déclarons ici une fois pour toutes que la citation équivaldra, dans tous les cas, à la citation d'un signe = 0.

802. Pour faire comprendre par la théorie amène à ce résultat, on rappelle ce que nous avons dit de la théorie d'un côté, et de la manière dont la théorie du poids hypothétique de l'atome tient, en effet, le rapport des atomes du même genre de calcul que les rapports

et dès lors dans la formule  $\frac{P}{D} = V$ ,

à-dire qu'en divisant le poids d'un gaz par sa densité, le quotient considéré comme exprimant le nombre d'atomes si l'on trouve alors que les atomes ont un grand nombre; la théorie, toujours la même envers qui veut s'en servir, permet de réduire le nombre par un commun diviseur.

Soit, par exemple, l'analyse élémentaire du sucre de canne exprimée en poids :

Carbone            hydrogène            oxygène  
                          42,                            6,

$\frac{P}{D}$  donnera, pour le carbone 0,5 (en faisant  $C = 76$ ), ou 1,10 (en faisant  $C = 38,22$ ); pour l'hydrogène = 1,00; pour l'oxygène = 1,00. La théorie n'admet pas, pour désigner des atomes, des nombres fractionnaires; elle transformera donc ces fractions en nombres entiers en complétant ce qui manque aux fractions; elle placera au rang des dizaines; et dès lors le chiffre du carbone sera 6 dans la première hypothèse, et 12 dans la seconde; celui de l'hydrogène sera 10, celui de l'oxygène étant pris pour point de départ = 5. La molécule de sucre sera considérée de la sorte, par les uns, comme composée de 21 atomes; et, par les autres, comme composée de 22 atomes jusqu'au bout. L'exemple devrait nous dispenser d'en dire plus longs détails à cet égard.

803. Mais une seule observation peut renverser tout cet échafaudage de calculs et d'exposants algébriques: c'est que les gommes ne donnent pas les mêmes

résultats que les autres substances. Elles prennent la formule ci-dessus par  $C^6 H^{10} O^5$ . L'exemple ci-dessus, en passant d'une main dans

(\*) D'autres chimistes, qui adoptent la formule  $C = 76$ , au lieu de  $C = 38,22$ , pour représenter l'atome du carbone, ex-



me, par rapport aux deux autres gaz ; les proportions varient selon le mode de dessiccation, selon qu'elles ont séché lentement ou rapidement à l'éluve. Les expériences de Proust, sur l'analyse élémentaire de l'amidon, ont mis, dans une évidence mathématique, le résultat que tout bon esprit aurait pu soupçonner. En effet, l'auteur ayant analysé du froment, après une dessiccation à l'éluve, obtint par l'analyse élémentaire (243), les proportions suivantes :

carbone	eau
87,5	62,5 = (O 55,56 + H 6,94);

substance soumise, pendant vingt heures, à une température de 95 à 100°, perdit 12,5 sur 100, et donna par l'analyse élémentaire :

carbone	eau
42,8,	57,2 = (O 50,86 + H 6,34);

substance soumise, vingt-quatre heures, à une température de 100°, et pendant six heures à une température de 150 à 180°, perdit, pendant ces six heures, 2,5 sur 100 en poids, et donna par l'analyse élémentaire :

carbone	eau
44,	56 = (O 49,78 + H 6,22).

Applique le calcul atomistique à ces nombres, et tu aurais nécessairement trois formules différentes pour la même substance, selon que l'on en a fait la dessiccation à trois degrés différents. Dans le premier cas, l'amidon =  $C^{10} H^{11} O^7$ ; dans le second, =  $C^{11} H^{10} O^6$ ; et dans le troisième, =  $C^{12} H^9 O^5$ ; et les degrés intermédiaires entre ces trois dessiccations varieront évidemment à l'infini, soit naturellement, soit par les modifications opérées.

Malheur donc à la science qui s'amuse à multiplier les formules, avant d'avoir fixé ses bases, qui s'aventure dans la voie des calculs, avant d'avoir terminé avec bonheur la valeur des termes. Cette marche semble tout à coup prendre une allure décidée, un mouvement plus rapide; elle trouve tôt ou tard, qu'elle n'a fait tant de calculs que pour aboutir à l'absurde, et elle se hâte d'en faire tout autant à reculons afin de se remettre au point du départ; elle a fait des tours dans un cercle vicieux. Aussi la chimie, qui avait procédé jusque-là avec une simplicité philosophique, et qui se montrait si irréprochable dans les œuvres de Macquer, de Berthollet, etc., se mit-elle en veine de découvertes nominales, dès que la chimie nouvelle lui eut ouvert la porte vers les innovations. Elle eut ses combinaisons binaires, ternaires, quaternaires, et même quinaires; des bases salifiables et des acides arrivèrent tous à la fois, pêle-mêle, par doubles et triples emplois; les tissus et les organes prirent les caractères d'acides, et même de sels. Le scalpel céda le pas à la balance, l'anatomie à la pesée, et la physiologie à la décomposition élémentaire. On ne s'aventura pas seulement dans cette route, on s'y rua, comme on s'était rué dans un autre genre de système protégé par l'autorité, au temps du Régent. Les systèmes protégés portent malheur : la ruine y suit de près la fortune; il se trouva bientôt que l'on avait pris des bases terreuses pour des bases organiques, un mélange de suc et d'acide hydrochlorique pour un acide végétal, et des organes, et des débris d'organes pour des cristaux et des substances immédiates. Proust lui-même, le grand Proust, s'était commis dans cette fautive route; et, dans le cours de trois longs mémoires insérés aux *Annales de chimie et de physique*, il n'avait cessé de considérer, comme une substance nouvelle (hordéine), le son de la farine, que tout meunier lui aurait indiqué du doigt avant l'opération.

Et ces erreurs matérielles, fruits inévitables d'une théorie hasardée, avaient tellement pris racine dans les esprits, que l'on ne pouvait plus se flatter de les signaler, sans occasionner un scandale. Une explosion d'indignation suivit le scandale de la révélation; et les intéressés ne pardonneront jamais à l'évidence, qui est venue porter son flambeau dans ce dédale, jusque-là calme et silencieux. Sans la nier, ce qui eût été maladroit, on en affaiblit l'importance; au lieu de combattre contre le nombre des faits démontrés, on se retrancha sur les faits qu'il restait à démontrer encore; toujours délogés; mais, en reculant, jamais vaincus; fatiguant l'opinion publique et le novateur; égarant celle-là, épuisant celui-ci; présentant le bienfait sous l'odieuse d'une insulte personnelle, et demandant au pouvoir occulte la grâce de venger, contre la vérité accablante, la science qui se trouvait aux abois. Les pouvoirs ne s'abandonnent jamais entre eux.

805. La cause est gagnée aujourd'hui, mais le stratagème dure encore. Il est curieux de suivre les mouvements de la science en habit brodé, dans ses marches et contre-marches, de voir comment elle glisse sur un fait, pour se rabattre sur un autre, comment elle se console de ses vieilles erreurs, en s'applaudissant de quelques considérations qui ne sont pas de son œuvre.

806. D'après l'un, « la chimie qu'on appelle or-

» *ganique* ne peut être distinguée de la chimie  
 » *inorganique*; la plupart des faits qui sem-  
 » blaient échapper à cette science appartiennent  
 » à la physique, à l'anatomie et à la physiologie.  
 » Toute la partie de la chimie, dite organique,  
 » n'est que la chimie appliquée à l'histoire natu-  
 » relle, et elle finira par être entièrement du do-  
 » maine de cette science. La chimie générale se  
 » compliquerait trop pour qu'elle pût conserver  
 » ces matières. Elle les **REJETTERA** d'autant plus,  
 » qu'elle ne peut trouver en elle-même des mé-  
 » thodes pour les classer, et que là où il y a con-  
 » fusion, il n'y a pas de science. »

« Il faut **REVOYER**, dit Dumas (\*), à la physiolo-  
 » gie, l'histoire des substances qui ne sont que des  
 » organes ou des débris d'organes, comme le  
 » ligneux, la fibrine, l'amidon, et tant d'autres  
 » produits comp'xes, qui n'**INTÉRESSENT** le chi-  
 » miste que comme matière première de ses opé-  
 » rations. Je **DORNE** donc la chimie organique à  
 » l'étude des composés définis, existant dans le  
 » règne organique, ou produits par des réactions  
 » exercées sur des substances qui en proviennent.  
 » Mais, on le voit, c'est encore retomber dans une  
 » définition basée uniquement sur l'origine des  
 » corps, et entièrement indépendante de leur na-  
 » ture. J'ai **CHERCHÉ VAINEMENT** une autre défini-  
 » tion, et c'est **PRÉCISÉMENT** parce que j'ai été **IM-**  
 » **PUISSANT** à la découvrir, que je me suis laissé  
 » entraîner à croire que la **CHIMIE MINÉRALE** et la  
 » **CHIMIE ORGANIQUE** se confondent. »

Avions-nous tort de dire, au commencement de  
 cet ouvrage (2), que messieurs les savants raison-  
 nent de la science, comme les maîtres raisonnaient  
 des diverses professions, du temps où la maladie  
 était tantôt une entité chirurgicale, et tantôt une  
 entité médicale, et où le médecin défendait au chi-  
 rurgien d'administrer autre chose au malade que  
 des coups de lancette ou de bistouri? Les autorités  
 officielles de la chimie en sont venues à ce point  
 de confusion de la langue, qu'elles ne donnent  
 une définition, précisément qu'à cause de leur im-  
 puissance à en trouver une meilleure.

807. Mais pendant que le chimiste reléguait  
 ainsi, dans le domaine de la physiologie, tout ce  
 qu'il était impuissant à faire rentrer dans le cadre  
 adopté *à priori*, le physiologiste, de son côté,  
 créait des lois qui rompaient en visière avec les  
 lois physiques et chimiques de la nature; et ils

s'approuvaient réciproquement l'un l'autre, cela qu'ils s'étaient éloignés d'une distance ne pouvaient plus s'entendre. Le vitalisme, le solidisme, les forces vitales avaient chassé la physique et la chimie du camp, comme la chimie chassait la physique, mais, à force de se disputer le terrain, ils tournaient en ridicule en face de tout le monde. Les doctrines physiologiques avaient fini par renverser toutes ensemble, et par laisser le champ libre au premier occupant; personne n'y touchait plus. Alors apparut l'*endosmose*, s'annonçant sous toutes lettres, comme l'**AGENT IMMÉDIATMENT VITAL**. Il ne sera pas sans quelque intérêt pour nous occuper de cette loi nouvelle, d'autant qu'elle a acquis depuis l'importance acquise, et qu'elle marche aujourd'hui avec des i-

### § III. Histoire de l'*endosmose*

808. Le physicien Porret avait divisé une vessie en deux compartiments séparés par une membrane formée avec un morceau de vessie; l'un des compartiments était rempli d'eau, l'autre d'un liquide plus dense, et fermait une faible quantité. Ayant mis la vessie en rapport avec le pôle positif de la pile électrique, et le second avec le pôle négatif, aussitôt le liquide passa, au travers de la membrane au compartiment rempli d'eau dans l'autre, et s'éleva un peu plus haut que le niveau. Cette expérience, précise dans ses termes, ne fut que comme un fait à classer dans les phénomènes de l'électricité, et non comme une loi universelle ni comme l'agent immédiat du mouvement.

809. Le 9 octobre 1826, Dutrochet lut à l'Académie des sciences, un premier travail sur l'*endosmose*; sa prétention était moins modeste. L'auteur annonçait une loi générale, qu'il désignait déjà par des mots grecs, et dont l'expression n'était pas moins que compliquée. Toutes les fois, dit-il, que vous mettez en contact deux liquides de densité différente, séparés seulement par une membrane animale, le plus dense attire le moins dense. Placez, par exemple, le liquide plus dense dans une vessie, ou dans un *cæcum* de porc, et vous plongerez dans l'eau pure, celle-ci s'élèvera à travers la membrane animale, vers le liquide dense, qui montera d'autant. L'auteur désignait ce phénomène par le mot *endosmose* (

(\*) *Journal de pharmacie*, t. XX, p. 267, 1834.

(\*\*) De *ενδον*, dedans, et *ωσμος*, impulsion. — Nous ne laissons jamais passer l'occasion, on le sait, de faire remarquer combien il est ridicule de recourir à chaque instant à la langue grec-

que, lorsque, en France, nous savons si mal le grec. Outre l'équivoque du radical *osmose*, qui, avant tout, peut aussi bien signifier *odeur* qu'*impulsion*, et un solécisme; *ενδον* exprimant un mouvement inté-

plus dense se trouve autour de la membrane, l'eau pure dedans, alors c'est le liquide qui se portera au dehors, il y aura *exosmose*). L'auteur concluait de ses expériences que la loi mobile de cette loi résidait dans la membrane-même, qui était douée d'une *vis à* d'une force d'impulsion analogue à celle qui pousse le liquide, par compression, du dedans au dehors ou du dehors au dedans. Cette *vis*, inhérente à l'organisation des membranes, devenait ainsi l'agent immédiat du mouvement vital, et celui de tous les phénomènes de

Cette loi s'offrait à l'esprit avec un appui simple; elle paraissait si nouvelle et si conforme à ce que chacun de nous avait vu dans les expériences du laboratoire, que je m'empressai de répéter les expériences de l'auteur avec lui qu'il indiquait dans son travail. Il se trouve que j'étais tombé sur les exceptions à la loi, faute d'avoir pu lire le travail, je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer un seul phénomène, sur lesquels l'auteur avait basé sa loi. Ainsi, ayant placé dans la vessie, tantôt une solution de sel marin, tantôt de l'acide sulfurique, etc., l'eau qui enveloppait la vessie, au lieu d'être attirée par les liquides plus denses restant dans la vessie, ne tardait pas à donner des preuves évidentes de la présence de ceux-ci, et à faire que les liquides plus denses avaient traversé la membrane au lieu d'attirer les autres. La loi n'est donc pas une loi générale, ce que je disais dans une lettre à l'Institut à la séance suivante. L'auteur nous apprit alors qu'il avait vérifié à toutes ses expériences, avec de l'albumine et de la gomme arabique; qu'il en avait constaté les phénomènes observés, sur ces deux substances, étaient le résultat de la différence de densité; d'où, par une autre conséquence plus évidente sans doute que la précédente, il avait conclu que le même phénomène se reproduirait, toutes les fois que l'on remplacerait l'albumine et la gomme par une substance quelconque plus dense que le liquide ambiant. Cet aveu de l'auteur a tout le phénomène, et le fit descendre de son rang, au rang des faits de détail qui ne méritent qu'une courte explication.

L'explication était des plus simples; Ambrès et Hachette l'adoptèrent à la Société philo-

mathique, en rendant compte de la lettre que j'avais adressée à l'Institut. « L'albumine et la gomme, disais-je, ne sont pas des liquides, mais des tissus qui commencent à s'organiser. Ces substances ne sauraient donc passer à travers les pores d'une membrane animale, puisqu'elles ne passeraient même pas à travers les lacunes d'un filtre de papier à plusieurs doubles. Mais l'eau pure passe facilement à travers les membranes animales, et ce phénomène est connu sous un nom français généralement adopté : *l'imbibition*. D'un autre côté, l'albumine et la gomme, membranes rudimentaires, ont bien plus la propriété de s'imbiber que les membranes achevées et avancées en âge, et l'imbibition des tissus jeunes simule une dissolution; mais tout tissu qui s'imbibe augmente de volume; qu'arrivera-t-il donc, si vous emprisonnez l'un de ces tissus rudimentaires (*l*), dans un vase fait en forme d'entonnoir renversé (pl. 2, fig. 11), terminé par un long tube, et fermé inférieurement par une membrane animale (*m*)? si vous plongez la membrane dans l'eau distillée (*l'*) du vase (*v*), la membrane qui sert de cloison s'imbibera de l'eau qui la mouille, elle transmettra cette eau à toutes les membranes, quelles qu'elles soient, qui se trouveront en contact avec sa paroi intérieure, et partant aux membranes rudimentaires, aux tissus naissants et presque liquides qui rempliront la capacité, qu'elle limite par sa base. Ces liquides organisés augmenteront successivement de volume; ils devront donc monter dans le tube capillaire, comme ils monteraient, quoique d'une manière moins appréciable, dans un vase à large rebord; et, vu le petit diamètre du tube qui leur ouvre un passage, ils finiront par s'écouler au dehors, jusqu'à ce que leur capacité de saturation soit épuisée; ce qui présentera alors, non plus une loi nouvelle, mais un simple amusement physique, que l'on avait déjà assez souvent apprécié sur d'autres liquides, par exemple sur l'acide sulfurique, qui, exposé à l'humidité de l'air, finit par déborder le vase et se répandre au dehors. Au lieu d'albumine, déposez dans l'entonnoir un morceau de chaux vive, elle se délitera et augmentera de volume, en soulevant la membrane (*m*) l'eau dont celle-ci continuera à s'imbiber. Il en sera de même du sel marin cristallisé; il commencera par fondre et se dissoudre; mais une fois dissous, ce sel passera à travers la membrane et

*exosmose*, et non un mouvement du dehors en dedans, ou *exosmose*. C'est *exosmose* qu'il aurait fallu dire. Il est probable qu'on blesserait moins les règles du langage français.

(\*) De  $\epsilon\chi$  (et non pas  $\pi\chi$ , comme le dit l'auteur) et  $\omega\pi\mu\sigma$  impulsion du dedans en dehors.

viendra se mêler à l'eau, comme l'eau vient à travers la membrane se mêler à lui; car deux substances, qui passent également à travers une membrane, se mêlent de part et d'autre, comme elles le feraient avec plus de rapidité, sans l'interposition de la membrane. Certains acides enfermés dans la vessie passeront à travers la membrane, avant que l'eau ait même pu arriver jusqu'à eux; car la plupart des acides désorganisent les membranes animales, les amincissent, les dissolvent, les rongent et les trouent; on les verra donc, quoique plus denses que l'eau, arriver jusqu'à elle comme en bloc, avant que celle-ci ait pu même imbibier la membrane. Il n'en sera pas de même de l'alcool et de l'éther, qui sont moins denses que l'eau; ces deux liquides ne passent pas à travers les membranes animales ou végétales; ils les coagulent et en rétrécissent les pores, au lieu de les épanouir; mais ils sont très-avides d'eau; placés dans l'entonnoir (*en*), ils renverseront tout l'échafaudage de l'*endosmose*, car ces liquides, moins denses que l'eau, sembleront attirer l'eau, au lieu d'en être attirés; ils monteront dans le tube, en s'étendant de l'eau dont la membrane qui les cloisonne continuera à s'imbiber, et ils verseront au dehors du tube, jusqu'à ce qu'ils aient atteint les limites de leur capacité de saturation. Sous tous ces rapports, une plaque poreuse offrira les mêmes phénomènes que la membrane animale. Enfin, voyez à quoi tient la différence de l'*endosmose* et de l'*exosmose*! sans rien déplacer que la ficelle, et en laissant les deux liquides dans la même position, on peut vous donner l'*endosmose* ou l'*exosmose*. Soit, en effet, un liquide organisé (*l*), dans l'entonnoir (*en*), et l'eau distillée (*l'*) dans le vase (*v*); si l'on attache la membrane (*m*) autour du rebord de l'entonnoir (*en*), il y aura *endosmose* d'après l'auteur; car l'eau (*l'*) ENTRERA à travers la membrane (*m*) dans l'entonnoir; mais si, au contraire, on attache la membrane (*m*) autour des rebords du vase (*v*), il y aura *exosmose*, puisque l'eau sortira à travers la membrane qui l'emprisonne dans le vase; or, en tout ceci, il n'y aura rien de changé que la position de la ficelle. Les deux mots *endosmose* et *exosmose* n'expriment donc pas deux phénomènes distincts, mais deux modes de placer l'appareil: c'est le mouvement de va et le mouvement de vient, qui, grammaticalement, sont différents, mais qui, physiologiquement, sont exactement les mêmes; car ils expriment deux modes d'exercice, mais non deux fonctions. »

812. Ces explications étaient trop faciles à con-

cevoir, pour n'être pas adoptées par ! Mais à Paris, tout n'est pas fini quand il est de l'honneur d'un corps savant ses candidats quand même, et de que leurs idées ne meurent que de mains. La loi nouvelle était évidente il fallait faire croire qu'elle offrait discussion : Ampère, qui d'abord avait épaules, fut averti de garder le silence donna la réplique, par quelques A + l'air d'être les signes de quelque chuchet vint tous les huit jours apporter amendement, qui la faisait passer physiologie dans la physique générale la physique générale dans la physiologie doublait ensuite tous les quinze jours ans, et la recommandait, par tous les influences que les candidats à l'Académie disposaient, à la bienveillance de qui désigner, dans sa phrase, le phénomène d'imbibition, que le mot *endosmose* sentait d'une manière plus harmonieuse. loin de vouloir blâmer ces petites de langage; les protégés ne sauraient moins de frais leur dévouement aux ni les lauréats à ceux qui distribuent. Il nous a seulement paru un comment on fait des lois à l'Institut on les amende.

813. Nous ajouterons une dernière qui n'est pas une des moins capables de recevoir où l'on en était alors, sous l'étude des tissus organisés. Pour que nous avions dit de l'albumine montrer que l'on devait attribuer la de l'*endosmose* à la *vis à tergo* de non à la propriété d'imbibition de l'auteur avançait, dans une lettre à l'albumine de l'œuf par elle-même écartée pour l'eau. En effet, ayant défilé le tube rempli d'eau, une certaine qu'on mine, celle-ci s'était rendue au fond un volume que l'auteur avait pris son or, disait-il, ce volume n'avait pas vingt-quatre heures de séjour; ainsi n'avait aucune affinité pour l'eau. Mais mes que l'albumine étant un tissu où les mailles étaient turgescentes d'eau soluble, celle-ci se mêlait à l'eau au que la cellule se vidait, puisque l'eau portion éliminée. Or le tout ne devait de volume, quand la partie n'en change le tissu albumineux déposé au fond

avoir l'air d'être toujours au même niveau en se vidant de la substance soluble, avant remplissait ses mailles, et qu'au fur et à mesure l'eau ambiante venait remplacer. L'eau qui surmontait ce tissu, elle devait s'empêcher l'air de changer de nature, en se saturant d'albumine soluble, puisqu'elle conservait sa nature (27). Mais nous faisons observer que, si l'on veut s'assurer de la présence de l'albumine dans une portion limpide, il suffisait d'en extraire une partie, et de la présenter à la chaleur, pour qu'elle devienne une masse coagulée. L'auteur retira son ouvrage, qui, du reste, était en harmonie avec les idées qu'on s'était faites de l'albumine au commencement du siècle de la chimie.

Il est sorte que la loi de l'*endosmose* a cédé à mesure que l'expérience le lui a démontré. Il a fait, si je puis m'exprimer ainsi, le mouvement en reculant, perdant son bagage en distance, mais n'en conservant pas le nom, ou au moins l'un des deux. Avant l'apparition des radicaux grecs qui survinrent, l'idée, et s'impatronisent dans la science, même alors que la science ne croit pas à elle-même! Que resterait-il, en effet, de ces idées, si l'auteur avait eu la fatale idée de les désigner par le mot d'*imbibition*? Le mot grec a servi d'épave à l'équilibre d'un gros volume de palinodies : c'est là le commencement de la manie des hellénismes, dans les sciences nominales.

Enfin, comme on a dû s'en assurer par l'expérience que nous venons d'esquisser, tandis que les chimistes repoussaient dédaigneusement, l'application de la physiologie, tout ce qui se rapportait à la méthode d'observation, qui avait encombré leur science de tant d'êtres imaginaires ; de leur côté les physiologistes, respectueux étrangers aux principes de la chimie, se livraient, sans crainte de contrôle, à l'étude des phénomènes dans des apparences, et à l'établissement de lois nouvelles, sur un fait mécanique, la publicité académique, eût à peine suffi à un simple amusement physique.

La réfutation leur arrivait du dehors aux autres, avec ses allures prolétaires, et s'associaient tous ensemble, pour s'enlever un concours bien tardif et d'une colère. Pour masquer la faute, on la couvrait d'un vernis métrique; comment dès lors révoquer une loi, que l'on mesurait par un mètre, comme on mesure la chaleur par un thermomètre? Les bons esprits haussaient les

épaules ; mais dans un corps dépendant de l'autorité, les bons esprits savent combien il en coûte de ne savoir pas se taire, et ils se taisent souvent.

On croirait que nous allons conclure de toutes ces réflexions, qu'il est inutile dès ce moment de se livrer à la polémique, et de soumettre au contrôle du *sens commun*, les élucubrations classiques de la docte assemblée ; bien loin de là ; ceux, pour qui la recherche de la vérité est un culte et non une spéculation, doivent redoubler plus que jamais de hardiesse et de persévérance ; du fond de leur laborieuse solitude, chacun doit surveiller ces faciles travaux, et les ramener sur la route véritable, quand même il devrait tailler sa plume en bois vert, et la faire claquer comme un fouet scientifique. Les ruades d'un pouvoir qui faillit, n'ont jamais été mortelles pour le sage ; il en est plus d'un qu'elles ont lancé à l'immortalité ; tandis qu'il n'est pas un coup de fouet du sage, qui n'ait profité à la science, et je dirai même à l'humanité, laquelle n'est que la science bien intentionnée dans ses applications.

#### § IV. Modifications apportées à l'enseignement classique de la chimie organique.

816. Tandis que les sociétés savantes, ces graves courtisanes de la puissance d'ici-bas, se montraient rétives à la réforme, elles ne laissaient pas que de la subir, quoiqu'à contre-cœur et sans en faire l'aveu. Le professeur faisait passer les nouvelles idées dans ses leçons orales et écrites, sauf à saisir la première occasion plus ou moins favorable de faire expier à l'auteur les irréparables instants que ces travaux ravissaient au sommeil académique. Le physiologiste, qui jusque-là avait pris des globules pour des trous, les tissus pour une écume, les organes pour des cristaux, et les cristaux pour des organes, le physiologiste trouvait bientôt un tout petit végétal, qui lui révélait, à lui seul, sur l'espace d'un millimètre, et dans un instant, toute la théorie qu'il avait cherché à étouffer, pendant tant d'années ; six planches *in-folio* suffisaient à peine à mettre alors la théorie dans tout son jour. Le chimiste, qui jusque-là avait relégué ces sortes de travaux dans le vil domaine du physiologiste, avait grand soin de supprimer, à chaque édition de son ouvrage classique et universitaire, un chapitre malencontreux



dont dès lors il était défendu de parler. Et après qu'ils eurent reculé jusqu'au point tracé par la nouvelle méthode, et qu'ils furent sûrs que pour le moment ils pourraient se reposer, sans trop de crainte, ils s'écrièrent que, nonobstant cela, ils ne possédaient pas un bon *système de chimie organique*, se condamnant ainsi en masse, afin de mieux en condamner un seul.

Laissons-les continuer d'agir de la sorte, et passons en revue les progrès qu'ils ont faits dans leurs récentes éditions. Non pas que nous ayons la prétention d'examiner successivement les productions professorales, qui ne sont que des copies plus ou moins altérées les unes des autres; nous avons un meilleur emploi à faire de notre temps; nous nous arrêterons aux trois seulement qui offrent une forme et une distribution différente.

#### 817. PREMIÈRE CLASSIFICATION DE THÉNARD.

« L'auteur, disions-nous dans la première édition de notre ouvrage, a divisé la chimie organique en deux grandes sections, l'une consacrée à la chimie végétale et l'autre à la chimie animale. Cette distinction, excellente pour la physiologie qui s'occupe exclusivement des fonctions, ne saurait être, dans l'état actuel de la science qui analyse les molécules, qu'un vague pressentiment, sur lequel on ne peut rien fonder de solide; aussi est-on tombé par là dans l'absurde nécessité de séparer les choses les plus analogues, et de réunir les plus disparates. Quelle différence essentielle établir en effet entre les huiles végétales et les huiles animales, entre les résines végétales et la résine de la bile, entre l'albumine végétale et l'albumine animale? et quelle définition distinctive peut-on nous donner de la substance animale et de la substance végétale? Dira-t-on encore que celle-là est azotée et que l'autre ne l'est pas? mais le gluten qui est végétal est azoté, et la graisse qui est animale ne l'est pas; du reste, des mélanges ammoniacaux peuvent à l'analyse (288) simuler des substances dites azotées; il faudra donc en venir à dire que l'une est tirée du règne végétal et l'autre du règne animal; mais ce n'est plus la chimie qui nous fournit les éléments de cette distinction, c'est la botanique et la zoologie. »

818. « Thénard divise les matières végétales neutres, en substances, chez lesquelles l'hydrogène et l'oxygène sont dans les proportions nécessaires pour former de l'eau (gomme, sucre, etc.), et en substances chez lesquelles l'hydrogène est en excès. Mais bientôt on le voit placer, dans ces dernières, les gommes-résines qui participent des

deux divisions. Observez encore qu'en se f pour classer les corps, sur les résultats d'analyse élémentaire, il faudrait séparer les essentielles en deux ordres distincts : les privées totalement d'oxygène, et les autres possédant une quantité notable. Nous dans les substances animales, des matières molles, et des matières molles ou solides; et le chapitre des liqueurs des sécrétions, nous avons la lymphe, le lait, la liqueur spermatique, la bile qui renferment des matières molles aussi molles, quoique plus divisées, que la matière cérébrale. Le sang se trouve dans une séparation de la lymphe. Les corps gras ne trouvent à une distance immense des corps acides, qui n'en sont qu'une transformation sans doute qu'un mélange. La fibrine, l'albumine et la matière caséuse, sont à une égale distance du sang, du mucus animal et du lait. Et les chapitres rejetés tantôt à la fin, tantôt au commencement, renferment pêle-mêle tout ce que l'arbitraire n'a pu faire entrer dans un cadre large et aussi complaisant. »

819. La critique n'a pas été tout à fait satisfaisante et le rédacteur de la sixième édition de cet ouvrage universitaire, laquelle a paru en 1855, a en entier cette partie du traité, d'après qu'un de nos avertissements. Quoique la sixième édition ne possède de Thénard que le nom qui sert d'égide, et que les hautes fonctions de France aient laissé, à l'académicien et au membre du conseil royal de l'instruction publique de temps pour surveiller la rédaction, de ce lustre auteur s'est constitué avec tant de modestie l'éditeur responsable, quoiqu'à ce titre il fût permis d'attacher peu d'importance à l'ouvrage du travail, cependant, comme le privilège universitaire poursuit le livre à l'infini, dans toutes les modifications qu'il serait dans le cas de recevoir, nous ne saurions nous dispenser de lui consacrer notre critique.

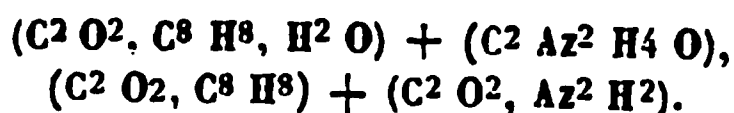
820. Au retour fréquent des citations, on a sans crainte de se tromper, le nom de celui qui a été chargé de la dictée, et le nom de ses premiers amis; ces noms indiquent d'avance l'espérance d'une bonne foi de la rédaction de l'ouvrage.

Quant à l'exécution, on a abandonné 1<sup>o</sup> la distinction de la chimie organique en chimie végétale et chimie animale; 2<sup>o</sup> la division des substances en substances, chez lesquelles l'hydrogène et l'oxygène sont dans les proportions nécessaires pour former de l'eau, et en substances chez le

ène est en excès, division qui se représente sous-sections, comme en se glissant et rée d'elle-même. Mais, malgré tout le dé- lequel on reléguait (806) un certain faits dans le domaine de la physiologie, teurs, après avoir consacré tout le qua- lome à l'étude des diverses substances et animales, ont abordé, dans le cin- olume, l'étude physiologique de ces corps, livres, dont l'un est consacré à la *physio- mique végétale*, et l'autre à la *physiolo- ique animale*. Or, si la physiologie est ce tout à fait étrangère à la chimie or- , pourquoi l'ont-ils abordée? si ces deux ont le même objet pour étude, pourquoi s séparées? A ce sujet ils ont jugé à pro- garder le plus profond silence; ils n'ont ie pris la peine de définir la chimie et la gie. Si on leur demandait : pourquoi pla- l'étude des semences dans la physiologie? draient sans doute : parce que ce sont des ; mais alors pourquoi placer l'amidon et x qui ne se composent que d'organes, dans :? est-ce parce que ces organes sont tout ais il est, dans la nature, des graines et qui sont encore plus petits que des grains ». Pourquoi reléguer la fermentation dans logie, et chercher à expliquer l'origine de l'alcool dans la chimie? pourquoi s'oc- ligneux dans la chimie, et ensuite du s la physiologie? pourquoi de la fibrine et tière colorante du sang dans la chimie, et ang dans la physiologie? du caséum dans lu lait dans l'autre? le Janus aux deux st pas l'emblème de l'étude de la nature ; as là un mode bon ou mauvais de classe- est un simple déclassement.

ans la chimie, la division en substances et non azotées joue un très-grand rôle; omme, qui est azotée, ne s'en trouve pas colée à l'amidon, qui ne l'est pas. Puis , en forme d'axiome, les idées théoriques s, et ces idées se traduisent en termes lon l'usage. Nous y trouvons l'uréthane, igner un éther, parce que Dumas pense ther est un carbonate anhydre d'ammo- de gaz oléifiant, vu que la formule de sa ion élémentaire, obtenue en vertu du jeu

de plume, dont nous avons déjà parlé (801), étant  $\equiv C^6 Az H^7 O_2$ , peut être représentée, en vertu d'un autre jeu de plume, par l'une ou l'autre des formules suivantes :



Puis vient la méthylène, qui serait en français l'esprit de bois, et qui a ses carbonates, ses sul- fates, ses azotates de méthylène, ou de bicarbure d'hydrogène C H.

Puis les amides qui renferment l'urée et un oxa- late pyrogéné d'ammoniaque; le mercaptan ou mé- lange d'eau, d'acide sulfurique et d'alcool; tous noms qui ne rachètent certainement pas leur insi- gnifiance, par le mérite de l'euphonie.

Les acides organiques et les prétendues bases salifiables ont conservé leur ancien rang et leurs anciennes dénominations, et se trouvent en tête de cette classification, ou plutôt de ce catalogue chimique; car nulle dichotomie générale n'est là pour donner, à ce recueil de faits, la physionomie d'un système philosophique.

822. DESPRETZ, en 1850, a pris une marche toute différente. Entraîné par l'exemple, il a ar- rangé la chimie organique en *Familles natu- relles* (\*), comme Beudant l'avait déjà fait pour les minéraux. On conçoit qu'on distribue les végétaux et les animaux en familles; car là il y a génération, filiation, consanguinité, analogie de races; mais quand il s'agit de molécules brutes et privées de la vie, dont l'analogie tout entière réside dans les réactions, les idées se heurtent, et les mots hurleraient de se trouver ensemble, si le mot *famille* ne revenait pas exactement à celui de *classe*, qu'on employait avant nous. Ainsi ce mode de classification ne diffère que dans les termes, et son air de nouveauté tient absolument à la facilité avec laquelle nous nous payons de mots. Quant au mérite intrinsèque de la classifi- cation adoptée par Despretz, il est évident qu'il n'efface pas celui de la classification de Thénard. Des chapitres décorés du nom de famille, mais qu'aucun lien ne vient réunir et coordonner, sont là comme autant de pièces de marqueterie, par la seule raison qu'on les y a mises. Quant aux es- pèces que l'on trouve réunies dans les divers cha- pitres, l'auteur évidemment ne semble pas s'être

\* Adanson qu'appartient la gloire d'avoir classé les familles, d'après l'idée de Magnol de Montpellier. Les *des plantes* du premier auteur sont un monument d'érudition et de philosophie. Après la mort de ce ne, A.-L. de Jussieu, par une méthode fort natu-

relle du reste, eut le bonheur de voir passer la gloire de l'in- vention d'Adanson dans sa famille; et c'est depuis cette époque qu'il devint en France de mode de mettre tout en *familles natu- relles*, tout jusqu'aux minéraux. (Voy. *Nouv. syst. de phy- siologie végétale*, etc., § 1847 et 1848.)

beaucoup mis en peine pour en saisir les rapports ; le tannin est à côté du sucre de réglisse ; l'urée est à côté de la caséine , de la matière glutineuse de l'indigo ; la fibrine bien loin de l'albumine et séparée du sang par les alcalis végétaux ; enfin la *cire verte des feuilles*, à 50 pages de la *chlorophylle*, qui n'en diffère que par le mot. Il faut avouer que la *fraternité* n'est pas la vertu distinctive de ces sortes de familles.

823. BERZÉLIUS a conservé la distinction de substances végétales et animales, mais sans adopter aucune classification dichotomique ou par familles. Dans la *Chimie végétale*, qui a paru dernièrement en France, on voit, à la suite les uns des autres, les acides végétaux, les alcalis végétaux, l'amidon, les gommes, les sucres, le gluten, les huiles grasses et volatiles, les résines, les extraits, les matières colorantes, et ensuite l'analyse des organes des plantes d'après l'ordre botanique (*racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits*) ; le tout terminé par l'exposé des produits de la décomposition des plantes. Ce n'est ni un système, ni une classification, mais une table de matières volumineuse. Au reste, avec l'espèce de dédain que Berzélius professe pour les résultats obtenus par l'alliance de la physiologie à la chimie, le parti que ce savant suédois a pris était le plus sage. Il est à regretter seulement que la rédaction d'aussi vastes matériaux puisés dans une bibliothèque spéciale, que cette rédaction, dis-je, soit un peu rapide et entassée, et que l'auteur, pressé par le temps sans doute, ait été obligé de nous transmettre de longs extraits, au lieu d'analyses substantielles. Du reste ces deux volumes sont un répertoire utile de faits publiés dans le monde savant, mais dans le cercle exclusif de la chimie en grand.

824. A la lecture du *Traité de chimie de Berzélius* et de ses *comptes rendus annuels*, les Français remarquent que l'auteur s'en rapporte, sur la valeur des chimistes de notre patrie, à quelques individus, qui, chaque année, ont mission d'aller dans les régions lointaines établir, de ville en ville, le tarif des réputations de notre climat. On voit l'auteur, en effet, citer mainte et mainte fois, comme des autorités de bon aloi, des noms qui chez nous n'offrent pas l'ombre d'une garantie, et enregistrer comme des moyennes déduites d'une série d'expériences sagement dirigées, des nombres obtenus, dans le cabinet, en prenant la moyenne des nombres déjà publiés dans les livres ; enfin, les *comptes rendus* de Berzélius sont bien inférieurs encore en prudence aux *comptes ren-*

*cus* de notre Académie des sciences, dans on n'oserait pas faire entrer en ligne d les travaux enregistrés par l'auteur suédois inutile de faire observer que nous n'exerçons plus ici des représailles, contre l'académie de Stockholm, que contre les académiciens et que nous n'avons rien moins que l'intention de nous venger du silence que ces messieurs gardent à notre égard, que pour se permettre des malices bien innocentes du reste, et que nous leur payons à l'échéance, en assez bon compte, *au soleil*. Nous les invitons à nous concéder de leur faveur d'une exclusion qui nous honorerait jamais nous placer dans le cortège de leur dédain ; nous ne croyons pas nous exposer à être démentis, en assurant que nous ne trouverions en trop mauvaise compagnie aujourd'hui un fait démontré.

825. Il ne faudrait pas croire cependant que les maîtres indigènes ou étrangers restent insensibles aux avertissements de la nouvelle méthode ; dix ans ils ont eu de fréquentes occasions de profiter ; seulement au lieu de suivre franchement l'impulsion donnée, ils se laissent entraîner à la remorque ; ils n'adoptent la nouvelle que lorsqu'il ne leur est plus possible de la répudier ; et c'est le plus souvent les élèves qui se chargent ainsi de démentir le maître la leçon qu'ils attendent de lui ; d'où il vient que la leçon se donne d'assez mauvaise grâce ; car les disciples, dans leurs *mémoires des sujets spéciaux*, s'empressent, dans l'occasion, de revenir sur bien des choses, de révoquer en doute la condamnation sur bien des doctrines anciennes, et laissent là les méthodes d'observation dont ils n'ont pas tardé à reconnaître l'insuffisance. La science rentre dans une voie toute nouvelle ; nous pardonnons un peu d'humeur à ceux qui ne savaient si bien dans l'ancienne ; et nous espérons que le vieillard, qu'il s'accommode, avec un bon cœur, des allures de la génération qui le suit et qui le devance. Nous aurons notre retour ; nous prenons dès à présent le parti de nous montrer plus qu'incertains que nos pères.

#### § V. Exposition du nouveau système de chimie organique, qui sert de base à la classification.

826. La théorie s'attache à se représenter les lois d'où découlent les phénomènes ; le système contraire s'arrête aux rapports qui lient

et qui servent à les classer de la plus utile à la mémoire et la plus favorable aux observations.

mérite d'une théorie et d'un système se fonder sur des bases impérissables, et tracer la route qui se prête le mieux à des vérités inconnues. La prétention d'une théorie invariable et d'avoir stérour ainsi dire, un système, équivalent à la prétention de tout connaître, de tout avoir n'avoir plus rien à apprendre. Dès le premier pas qu'il fait dans la vie, la vérité qui l'appelle à soi d'une voix, tout en se cachant derrière le voile du mal. La logique a la puissance de nous guider, en nous apprenant à distinguer à travers celle des échos qui nous trompent, la mort seule peut déchirer ce voile qui nous retient, dès qu'elle cesse de parler à notre conscience. Tant que notre âme sera enchaînée dans ses grossières enveloppes, nous n'aurons donc avoir d'autre prétention que de nous tenir à chaque instant sur la route; de nous garder la position nécessaire, pour avoir l'œil fixé vers la région du vrai; de classer les notions acquises, afin de les faire servir à de nouvelles acquisitions; de mesurer le chemin qui nous reste à connaître, en comparant la pensée, la progression qu'établissent les faits observés; de préluder enfin à la possession de la vérité tout entière, par des théories qui rendent hommage, en progressant avec les faits et les faits. La science ici-bas est un chemin, et le dieu ne se révèle à nous que sous le voile de ces idoles, qui changent d'insignes, à mesure que la civilisation perfectionne ses goûts.

La meilleure théorie, nous le répétons, n'est pas la plus durable, mais celle qui se change le plus vite à son remplacement, celle qui se change le plus vite; et pour elle, comme pour les autres sectes, engendrer, c'est périr.

Le caractère d'un système rationnel et utile, c'est qu'il permette de rattacher les faits à des points de contact, de les mettre en rapport avec plus de sciences, qu'il n'ait rien de contradictoire, rien qui soit en contradiction avec les lois invoquées par les autres sciences. C'est enfin qu'il ne forme pas un tout isolé de la nature, mais une fraction qui tienne par des nuances et non par des lignes de démarcation, par des transitions graduées et non par des murs de séparation. La science doit être un cercle, où les systèmes tournent, à la

circonférence, autour du centre commun, qui est la nature en elle-même, et la vérité par rapport à nous. Tout système qui tourne entre un commencement et une fin serait absurde; car il aurait la prétention de lier des phénomènes, sans tenir à rien. Nous n'osons nous flatter que d'avoir préparé de fort loin un semblable système, par celui que nous allons exposer.

830. L'analyse élémentaire démontre que tout organe végétal ou animal se résout, par le feu, en gaz d'un côté, et de l'autre en cendres terreuses. Les gaz sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone combiné avec l'un ou l'autre, et l'azote, qui manque fréquemment, et qui n'entre pas, comme un élément indispensable, dans la structure d'un organe. Mais l'analyse démontre en même temps que la plupart des substances inorganiques et cristallisées donnent au feu les mêmes produits, et que les carbonates hydratés se séparent alors en deux portions, dont l'une terreuse et basique, et l'autre se composant d'acide carbonique et d'eau, c'est-à-dire de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Chimiquement, les substances organisées ne diffèrent donc pas des substances inorganiques; mais remarquez que la chimie désorganise, et qu'ainsi la phrase précédente équivaut à celle-ci : Les substances organisées ne diffèrent pas des substances inorganiques, une fois qu'elles ont été désorganisées. La différence des deux règnes doit donc être recherchée avant toute désorganisation; et dans ce but, la chimie doit s'identifier et se confondre avec la physiologie et l'anatomie.

831. Or, la physiologie nous apprend que certaines substances organiques, qui, par la décomposition élémentaire, se résolvent en bases, en gaz acide carbonique et en eau, sont des organes vésiculaires, qui croissent et enfantent dans leur sein d'autres organes de même structure et de même aptitude (\*), et cela par un mécanisme qui est susceptible de se reproduire simultanément et à l'infini. D'un autre côté, la cristallographie constate que le gaz acide carbonique et l'eau, en s'unissant à une base terreuse sous forme cristalline, ne s'accroît en surface qu'à l'aide de juxtapositions successives et bout à bout, que l'instrument tranchant peut isoler par le clivage; tandis que les fractions des organes ne sont susceptibles de l'être que par le déchirement.

832. La différence essentielle qui existe, entre

(\*) Voy. *Nouv. syst. de physiologie végét. et de botanique.* § 485.





al et la règle dans le règne végétal. Les s universitaires, en effet, qui ne man- is d'accabler de leur proscription les naissent du dehors, ne se montrent que difficiles sur l'adoption des théories il de l'un de leurs membres ; il eût été our l'étude de la chimie organique, que s composés ternaires et quaternaires, inction en substances animales et vé- venue du dehors ; elle n'eût pas en- our la marche de la science. Comment, on adopté la distinction en substances substances végétales, alors qu'on au- les yeux l'analyse des tissus glutineux s végétaux, qui sont aussi azotés que animale et que les tissus les plus azotés ? Quant à la distinction en substances t substances quaternaires, elle était le fait de la désorganisation ; c'est à ce allait s'arrêter, et ne la donner que résultat de l'analyse, sans chercher à ar le phénomène de la désorganisation, on elle-même. Une simple idée était de renverser l'échafaudage de la théo- ui nous a toujours paru inexplicable, ette idée ne soit jamais venue à l'esprit imiste ; elle ne date que de nos premiers i voici : Ne pourrait-il pas se faire que l'analyse élimine des substances dites *azotées* ou *quaternaires*, provint de l'air que les tissus renferment en si ntité pendant leur vie, et qu'ils empri- retiennent avec tant de ténacité après cation ? ou bien que l'azote provint de sition de l'ammoniaque libre ou com- le tissu serait imprégné ou incrusté ? Si ssible, toute la théorie tombe par ce

la première hypothèse se démontre ai- nous prendrons pour exemple le gluten e, substance éminemment azotée et ani- luten s'isole de la fécule par la malaxa- it une pâte, en pétrissant la farine avec t quand la pâte a acquis une certaine e, on la place sous un filet d'eau, en con- la presser entre les deux mains, jusqu'à u ne passe plus laiteuse. Il reste alors élastique, ductile et collante. Or, com- re, sans parler de l'air que le gluten unté à la végétation, comment croire ait point emprisonné, dans ses mailles ne quantité considérable, alors que tant traction et la pression en ont déchiré et

soudé la substance. Du reste, on s'assurera du fait sous la machine pneumatique, en recouvrant la masse glutineuse avec du mercure ; il faudra, en effet, plus d'un coup de piston pour qu'il cesse de se dégager des bulles gazeuses à travers le bain métallique. Ce n'est pas, il est vrai, sous cette forme que l'on soumet le gluten à l'analyse élé- mentaire (224) ; c'est à l'état d'une complète des- siccation, et après l'avoir pulvérisé. Mais la machine pneumatique servira également alors à démontrer la présence de l'air dans la substance desséchée ou réduite en poudre, si on a soin, comme dans le premier cas, de recouvrir la masse poudreuse d'un bain de mercure, dans un vase à goulot très-étroit, ou bien dans un sachet, que l'on tiendra plongé sous le mercure.

839. Nous avouerons que cette quantité d'air, renfermée artificiellement dans un tissu organisé, ne représente pas, dans tous les cas, toute la quantité d'azote que dégage l'analyse élémen- taire ; mais enfin elle y entre pour une portion, dont on n'a nullement tenu compte. Passons à la seconde hypothèse, qui joue le rôle principal dans notre explication. Quelle différence signale- rait l'analyse élémentaire, entre ce que l'an- cienne chimie désignait sous le nom de substances quaternaires et azotées, et une substance ternaire que l'on aurait préalablement imprégnée d'un sel ammoniacal ? Aucune ; et avant tout avertisse- ment, le chimiste ne manquerait pas de ranger cette dernière au rang des premières, sur la foi de la décomposition par le feu. Car l'ammoniaque se décompose en azote et en hydrogène, lors- qu'elle est en contact avec les charbons incan- descents, et surtout quand elle est en contact avec certains métaux (266) ; dans l'hypothèse d'un mélange d'une substance dite ternaire avec un sel ammoniacal, l'hydrogène de l'ammoniaque ira grossir la quantité d'hydrogène provenant du fait du tissu organique lui-même, et l'azote de l'ammoniaque s'isolera sous forme d'un quatrième élément de la substance organisée. La chimie n'était donc nullement fondée à diviser les sub- stances organiques, en substances ternaires et substances quaternaires, en substances non azotées et substances azotées, en substances végétales, enfin, et substances animales, à cause de la diffé- rence qu'elle observait entre les produits gazeux de la décomposition élémentaire des unes et des autres.

840. Mais le fait n'est pas seulement possible, il est réel. La gomme arabique est imprégnée d'une quantité considérable d'ammoniaque, que

l'on reconnaît aux papiers réactifs en carbonisant la substance, et qui échappe à l'analyse, lorsque celle-ci cherche à recueillir les produits en l'incinérant; ce qui certainement ne nuit pas en l'honneur de l'analyse élémentaire. L'eau distillée, dans laquelle on a laissé séjourner plus ou moins longtemps de l'albumine, ou du gluten, ou toute autre substance d'origine animale, couvre le porte-objet, en s'évaporant spontanément, de magnifiques arborisations (pl. 2, fig. 12 *dit'*), que les réactifs démontrent appartenir, dans le plus grand nombre de cas, à l'hydrochlorate d'ammoniaque.

841. Qu'on abandonne à l'air un mélange de sucre et d'huile ordinaire, le mélange, au bout de trois ou quatre semaines, ne tardera pas à prendre une consistance glutineuse. Que l'on dépose une certaine quantité de ce gluten dans l'ammoniaque liquide; une portion se dissoudra dans le menstrue, pour s'en déposer, par évaporation, sous forme de globes oléogènes de divers diamètres, et parfaitement bien isolés; mais une autre portion bien plus considérable restera insoluble au fond du vase, même après un fort long séjour. Cette masse, retirée de l'ammoniaque, et après l'évaporation du menstrue, offrira tous les caractères du gluten retiré de la farine par la malaxation manuelle, tous, jusqu'à son odeur caractéristique; elle ne se prendra pas aux doigts; elle ne fera, au contraire, qu'acquiescer, roulée entre les mains, une élasticité plus consistante. Abandonnée dans l'eau distillée pendant vingt quatre heures, elle ne se sera pas départie de la moindre parcelle d'alcalinité, et les papiers réactifs n'en révéleront pas la moindre trace, après le contact le plus prolongé. Mais il suffira de chauffer la substance sur une lame de verre, au moyen des rayons solaires concentrés par une lentille, pour en dégager des vapeurs ammoniacales reconnaissables instantanément aux papiers réactifs. Voilà donc une substance azotée, aussi bien caractérisée que le gluten de la farine, et que pourtant l'on a formée de toutes pièces, par la simple imprégnation d'un mélange de sucre et d'huile (deux substances entièrement dépourvues d'azote), avec de l'ammoniaque liquide. Que serait-ce si, au lieu d'ammoniaque, on avait imprégné le mélange avec un sel neutre ammoniacal?

842. L'explication que nous donnons sur l'origine de l'azote, dans l'analyse des substances azotées, est donc rationnelle; elle est fondée sur des expériences probantes. L'explication contraire ne découlait d'aucune loi.

une assertion gratuite, et d'un raisonnement; c'était une hypothèse, et non une théorie. Les conclusions auxquelles nous venons d'entre nous ne seraient pas acceptées d'instinct d'une démonstration d'un doute philosophique, et d'un doute ordinaire; ces considérations tendent plus d'attacher une importance à l'ancienne distinction.

843. Les nombres fournis par l'analyse chimique, bien loin de se prêter au contraire à des combinaisons. En combinant ces nombres et de diverses manières, on obtient des quatre éléments élémentaires recueillis de la stances dites azotées, on a les représenter, comme un mélange organique non azoté de la gomme, de carbone et d'hydrogène, plus d'un peu d'hydrogène boné. Nous allons présenter, dessous, un essai de ces théories, pris sur les analyses de la fibrine et de l'albumine blanches Gay-Lussac. La première des nombres de l'analyse de leurs fractions, pour la première, les quantités de ces nombres pour représenter l'eau, l'ammoniaque et l'hydrogène dont les proportions se lisent comme suit.

#### 844. GÉLATINE d'après

CARBONE.	OXIGÈNE.	
47,681	27,207	
COMBINAISONS DE		
Carbone.	48	41,8
Oxygène.	27	27,0
Hydrogène.	8	3,2
Azote.	14	14,0
Hydrogène.	1	1,0

MINE d'après GAY-LUSSAC.

HYDROGÈNE.	HYDROGÈNE.	AZOTE.
95,572	7,540	15,705

RAISONS DE CES NOMBRES.

55	41,75	41,75 carbone.
24	24,00	26,09 eau.
8	2,99	
	3,17	19,17 ammon.
15	15,00	
	1,84	15,11 hydrogène bicarb. (*).
	11,27	
100	100,00	100,00

MINE d'après GAY-LUSSAC.

HYDROGÈNE.	HYDROGÈNE.	AZOTE.
10,685	7,021	10,034

RAISONS DE CES NOMBRES.

55	51,20	51,20 carbone.
20	20,00	22,49 eau.
7	2,40	
	4,35	24,35 ammon.
30	30,00	
	0,38	1,00 hydrogène bicarb. (**).
	1,71	
100	100,00	100,00

il plus que téméraire de vouloir sous-  
bores se passent, dans l'organisation  
ces, exactement comme sembleraient  
nombres. Il nous suffit d'avoir dé-  
employant tout l'azote pour en  
minique, il resterait encore assez  
transformer tout l'oxygène en

eau, le surplus d'hydrogène pouvant être considéré comme formant, avec une certaine portion de carbone, de l'hydrogène proto ou bicarboné. On pourrait varier ces combinaisons de nombres de plusieurs manières tout aussi satisfaisantes; ainsi au lieu de supposer que, dans la gélatine, 41 de carbone soient associés à 30 d'eau pour former la molécule organique, on pourrait supposer qu'une certaine quantité de carbone est combinée avec une partie de l'oxygène et avec l'hydrogène restant, pour former un acide qui saturerait l'ammoniaque. Et ici nous adoptons l'analyse aussi incomplète que le sont toutes les analyses élémentaires, c'est-à-dire sans tenir compte de l'étude des cendres; car il est probable, qu'en introduisant cette donnée dans le calcul, on arriverait à reconnaître sous quelle forme saline l'ammoniaque entrerait dans le mélange, que l'analyse élémentaire assimile à un principe immédiat. Supposer, en effet, que l'ammoniaque existe dans un mélange à l'état de phosphate; par l'action de l'élimination du feu, l'ammoniaque se décomposera en hydrogène et en azote, et l'acide phosphorique se reportera sur les carbonates terreux produits par l'incinération; il arrivera de cette manière que les cendres retiendront une moitié d'un sel, dont l'analyse élémentaire s'occupera de recueillir l'autre, sans se douter de son origine.

648. Or, depuis la publication de nos idées sur cette matière, les chimistes sont tombés d'accord que l'analyse des substances azotées ci-dessus ne représente nullement l'organisation de ces substances. On a reconnu avec nous que l'albumine de l'œuf, étant destinée à l'élaboration du *œtelleus*, devait nécessairement être un tissu organisé, et parlant un mélange de divers sels et de diverses substances organiques renfermées dans les mailles d'un tissu; on a reconnu avec nous que le gluten, bien loin d'être une substance simple, emprisonnait, dans ses mailles artificielles, toutes les substances de la graine que la mouture avait divisées, et que la malaxation doit confondre ensemble. Et

(\*) Ou bien, en supposant que l'hydrogène y existe à l'état d'hydrogène protocarbonate ou gaz oléifiant, il se combinerait avec 5,63 de carbone pour former 7,47 de gaz oléifiant, et dès lors le carbone associé à la molécule d'eau, pour représenter la substance organique non azotée, serait 47,37.

(\*\*) Ou bien, en supposant que l'hydrogène existe, dans cette union, à l'état d'hydrogène protocarbonate ou gaz oléifiant, il combinerait avec 0,65 de carbone ou 1,13 de gaz oléifiant, et le carbone, associé à la molécule d'eau pour représenter la substance organique non azotée, serait 32,15.



inorganique, qui peut être ou la poudrette, ou la potasse (*tissus ligneux*), ou l'ammoniaque (*tissus glutineux*), ou le fer (*tubes de l'alcyonelle*), ou la silice (*épiderme des graminées de quelques infusoires*), précipité par la gomme), etc., etc., et d'autres tissus artificiels, que nous pouvons faire au laboratoire, en précipitant les sels inorganiques, au moyen de divers sels à

substance organique =  $C + H^2 O + p$  a le second état d'un développement +  $p$ . Le tissu ligneux et glutineux peut être gomme. Nous pouvons donc avoir des phases différentes et successives de la vie chimique, et partant deux séries de caractères que nous aurons le droit de leur donner des expressions différentes : SUBSTANCE ORGANISATRICE, ou élément organique des tissus, ou substance organisée, ou tissu organisé, ou la combinaison, de plus en plus de la substance organisatrice avec une base métallique ou volatile.

aux proportions de la combinaison, les formules adoptées par la chimie trouvent complètement en défaut, et les pesées les plus exactes doivent étudier le développement, étudier le progrès des nombres que comme des poids que comme des termes arbitraires sur une série croissante ou décroissante. Qui dit développement, dit par ce mot la phase précédente. Ainsi la substance, pour arriver à l'état de substance organisée, s'associera chaque jour des molécules d'une base inorganique ; et, au lieu de surprendre, par l'analyse élémentaire chaque phase en particulier de ce développement progressif, on trouverait à chaque fois une base inorganique serait plus ou moins en sorte que plus la proportion de la base inorganique, plus le tissu perd de son élasticité et s'approche de la rigidité des tissus ligneux.

On reconnaîtra, en même temps, que la substance organique n'offre jamais, à l'analyse chimique, les mêmes proportions de carbone et d'hydrogène d'eau étant plus considérable dans les jeunes, et la proportion de carbone et d'hydrogène dans les tissus âgés, et cela par une série,

décroissante pour l'eau, et croissante pour le carbone, d'une manière illimitée. Par la dessiccation elle-même, on pourra diminuer encore la proportion d'eau, jusqu'à la carbonisation complète ; en sorte que l'époque à laquelle s'arrête le chimiste, pour soumettre la substance à l'analyse élémentaire, ne doit être considéré que comme un point arbitrairement pris dans cette série (805). En conséquence, l'eau et le carbone peuvent se trouver dans la même substance, combinés dans toutes les proportions imaginables, sans que l'analyste soit capable de découvrir, à l'une de ces proportions, le moindre caractère qui la distingue de la proportion la plus éloignée. Ainsi, on peut concevoir la paroi de la vésicule organisée, comme composée de carbone uni d'abord à un nombre considérable de molécules d'eau, dont la quantité décroît et semble être remplacée par une quantité de jour en jour croissante d'une base quelconque inorganique.

859. Continuons la progression par la pensée, en remontant jusqu'à l'époque de la combinaison du carbone avec la première molécule d'eau. Tout nous atteste en physiologie que le carbone ne s'associe pas, avec la molécule aqueuse, sous la forme qu'il possède dans la nature inorganique ; rien en effet ne se combine qu'à l'état de solution ; or le carbone est insoluble dans l'eau ; il ne devient soluble et assimilable qu'une fois qu'il s'est combiné avec l'oxygène en acide carbonique, ou avec l'hydrogène à l'état d'hydrogène carboné. Mais l'acide carbonique serait vite saturé par les bases de la séve, et il n'aurait pas le temps de s'assimiler la quantité d'hydrogène nécessaire pour élever son oxygène au rang de l'eau ou des éléments de la substance organique. Il est plus rationnel de penser que la substance organisatrice s'est formée, par l'association croissante du carbone hydrogéné avec l'oxygène de l'air que les tissus déjà formés aspirent, ou avec l'oxygène des autres liquides que l'élaboration des tissus décompose ; en sorte qu'une fois sa quantité d'hydrogène combinée avec la moitié en volume d'oxygène, l'hydrogène carboné est passé à l'état de SUBSTANCE ORGANISATRICE (856).

860. Or, rien n'est plus commun que l'hydrogène carboné liquide dans les mailles des tissus organisés ; certaines huiles essentielles peuvent être considérées comme de l'hydrogène carboné pur de tout autre gaz. Et d'autres huiles essentielles qui, physiquement et physiologiquement, possèdent les mêmes caractères essentiels que les premières, fournissent à l'analyse une quantité



d'oxygène variable dans chacune d'elles, mais pas assez considérable pour représenter de l'eau avec la quantité d'hydrogène de l'huile. Cette quantité d'oxygène est déjà plus considérable dans les huiles grasses et les graisses; et chacune de ces substances exposée à l'air absorbe de plus en plus l'oxygène de l'air, remarquez bien cette circonstance, et finit par se transformer en un tissu qui, en s'imprégnant de certains sels, acquiert peu à peu tous les caractères des tissus glutineux ou albumineux (841). Ce tissu est ductile, mou, consistant, membraneux, ne tachant plus le papier après un certain séjour dans l'alcool ou dans l'éther, enfin, insoluble dans tous les menstrues autres que les acides énergiques et les alcalis concentrés. Les huiles peuvent donc être considérées comme le premier échelon du développement des *substances organisatrices*. Nous retrouvons aussi les huiles essentielles ou autres, dans tous les tissus naissants, dans le globule élémentaire et de première formation qui recèle la matière verte (pl. 6, fig. 20, a et c). Il nous sera donc permis de ranger toutes ces substances dans une classe à part, classe pour ainsi dire préparatoire des autres, et consacrée à toutes les substances, chez lesquelles le carbone est associé à l'hydrogène en excès, sans ou avec une quantité inférieure d'oxygène, substances qui, en absorbant l'oxygène capable de remplir les proportions voulues pour élever l'hydrogène à l'état d'eau, sont destinées à former la *SUBSTANCE ORGANISATRICE*, l'élément organique des tissus organisés. Nous nommerons ces substances préparatoires : *SUBSTANCES ORGANISANTES*.

861. Dans leur état de vie, les tissus organisés abondent en une foule de substances qui, par leur nature chimique et leur destination, ne sauraient entrer dans aucune des trois catégories précédentes, mais qui, sans être appelées à se transformer en tissus, ne laissent pas que de contribuer pour leur part à l'œuvre de l'organisation, ou résultent même, en qualité de résidu et de précipité, de la marche de l'organisation même. Ce sont les acides, résultats de la combinaison du carbone avec l'oxygène en excès; ce sont les sels, résultats de la combinaison de ces acides avec les bases, dont la présence serait en état de nuire au développement des organes, ou résultats de la précipitation cristalline d'un liquide absorbé par les parois des tissus, sur lesquelles s'incruste alors le sel, comme cela arrive par une évaporation spontanée; et ces sels peuvent être à base terreuse ou à base ammoniacale. Enfin, la désor-

ganisation des tissus, spontanée ou a aussi ses produits, de même que l'a les siens; et ceux-ci offrent déjà une analogie, dans le mode de leur combinaison les substances du règne inorganique, ment la transition de l'un à l'autre et leur origine de l'un, mais formées sous l'influence des lois qui président aux combinaisons en général, proportions fixes, elles se prêtent à des atomistiques et jamais à un développement progressif. Nous donnerons, à cette classe de substances, le nom de *SUBSTANCES* (

862. Et là, sur leurs limites, se trouve nécessairement le point de contact avec le minéral; car où l'un finit, l'autre commence pour aller rejoindre le premier par l'intermédiaire. Ce point de contact doit nécessairement occuper une certaine place dans ce système, son tour il doit servir de transition vers le minéral, en terminant la classification.

863. Nous venons de donner le cadre de la classification, en n'ayant l'air que de jeter les bases du système. Toutes les substances qui rentrent dans les attributions de cet ouvrage, se classeront sous deux grands embranchements généraux : l'un, les *ÉLÉMENTS ORGANIQUES* des tissus, et l'autre les *BASES TERREUSES* qui, 1° se trouvent sur les surfaces des tissus; 2° se combinent avec les éléments organiques pour former des substances organisées; 3° ou sont dissoutes dans les liquides qui concourent, en circulant, à la nutrition et aux fonctions des organes. L'embranchement aura quatre divisions principales, l'une à l'étude des *SUBSTANCES ORGANISANTES*, l'autre à celle des *SUBSTANCES ORGANISATRICES*, la troisième à celle des *SUBSTANCES ORGANISÉES*, et la quatrième enfin, à celle des *SUBSTANCES TERREUSES*. Dans chacune de ces divisions, nous admettrons deux subdivisions fondées sur une considération plutôt physiologique que chimique, sur une indication plus que sur une distinction. L'une qui ne renfermera que les substances du règne végétal, et l'autre que celles du règne animal, distinction qui disparaît dans l'exposition de l'histoire chimique de ces substances. Nous n'admettrons d'autres distinctions caractéristiques que les distinctions spécifiques, principes immédiats seront des espèces, et les mélanges ne seront que des mélanges, en y ajoutant des espèces rangées sous une même classe. Enfin, en traitant de chaque espèce

nous ne nous contenterons pas d'en décrire les états extérieurs et l'analyse chimique; étudierons la structure la plus intime, et nous irons jusqu'à son origine; nous remonterons jusqu'aux premiers instants de leur formation, afin de les suivre pas à pas jusqu'au terme de leur élaboration et de leur développement; en traçant l'histoire complète, c'est-à-dire l'histoire physiologique.

Tel est le cadre de la nouvelle classification; nous devons faire précéder l'application de l'énumération des caractères généraux, qui agissent sur les substances, dont se compose l'organisme, et ensuite par le tableau synoptique de la classification, sous forme de tableau des matières.

### Exposé succinct des principaux caractères chimiques et physiologiques des matières organiques.

Les matières organiques se décomposent en trois ou quatre éléments gazeux, selon les circonstances, et en trois seulement d'après nous (l'hydrogène, le carbone), l'azote appartenant à l'ammoniaque qui fait partie des sels, dont un grand nombre se retrouve dans les cendres. Par la désorganisation naturelle ou artificielle, et dans une atmosphère humide, les matières organiques se décomposent spontanément en produits fixes, liquides ou gazeux, dont le nombre et la nature varient à l'infini, sous une foule de circonstances que, dans l'état actuel de la science, il est impossible d'évaluer. Conformément aux lois de l'organisation, leurs éléments se combinent, se transforment en produits, et l'analyse peut se rendre compte et qu'elle s'opère au besoin. Cette organisation n'a lieu que dans le vide ou dans l'azote; elle dépérit dans les gaz délétères; elle ne prospère que dans l'atmosphère.

Le froid arrête le développement des êtres organisés, mais il conserve indéfiniment, sans altération, les substances organiques, ainsi que le montrent les momies égyptiennes et les mammoth que l'on exhume dans le Nord, et les cadavres d'Espagnols trouvés gisants, sans déformation, sur le glacier des Cordilières, depuis l'époque de la conquête du Pérou. Mais on observe que, dès que le dégel survient, les corps organisés se décomposent plus vite que ceux qui n'ont pas été soumis à l'influence d'une basse température. En conséquence, nul organe ne végète plus à zéro; tous même se désorganisent à cette température.

et si certains animaux continuent à vivre, et si certains végétaux s'y conservent, c'est qu'ils sont enveloppés de légumens naturels ou artificiels qui, mauvais conducteurs de la chaleur, les protègent contre l'action du refroidissement. On a cité une seule plante qui germerait et se développerait sur la neige: c'est l'*uredo nivalis*, simple globule microscopique analogue à un grain de pollen de petite dimension; mais ce fait n'est établi sur aucune observation positive; il est probable que ces globules sont des globules polliniques, saupoudrés par les vents sur la surface de la neige. Les plantes alpines dorment sous la neige qui les abrite pendant l'hiver, et elles se réveillent au printemps.

867. Peu de plantes et peu d'animaux pourraient résister longtemps à une température de 55° qui, dit-on, est celle de l'Afrique centrale. Cependant on sait que, grâce à l'atmosphère humide, dont la transpiration entoure le corps, quelques observateurs ont pu entrer impunément, et séjourner quelques minutes, dans des fours qu'on venait d'échauffer, et dans le cratère des volcans.

868. La dessiccation d'un organe le frappe de mort. Cependant le *rotifère* et le *tibrion* du froment ressuscitent, dès qu'on les humecte d'eau, après avoir été soumis à une complète dessiccation au soleil d'été. Mais pour cela, il faut que cette dessiccation ait lieu d'une manière graduée et sans brusquerie, et en même temps sans qu'à la faveur d'une interruption, il puisse s'établir un commencement de décomposition, ou un déchirement quelconque, par suite de l'agglutination des extrémités du corps de l'animal desséché. C'est pourquoi l'on a observé que l'expérience réussit mieux, lorsque le *rotifère* se trouve placé parmi la poussière siliceuse des gouttières, dont les molécules cèdent leur humidité, sans retrait et sans déplacement.

869. Il existe donc une température, en deçà et au delà de laquelle le carbone, l'oxygène et l'hydrogène ne peuvent plus être combinés en molécules organiques par la vésicule organisée (85); mais, entre ces deux limites, chaque espèce vivante des deux règnes semble affecter un degré différent, et le développement est alors en raison directe de l'élévation de la température, sous le rapport et des dimensions et de la marche de l'accroissement. De là les différences frappantes que l'on remarque entre les plantes et les animaux des climats divers.

870. Outre le froid et la chaleur, l'organisation trouve encore des obstacles dans la réaction d'un

certain nombre de substances inorganiques ou organiques, mais étrangères à ses vésicules. Parmi ces substances, les unes paralysent l'élaboration, en arrêtant ou en s'emparant à leur profit des gaz aspirés par la vésicule; elles agissent comme des narcotiques ou des asphyxiants. Les autres désorganisent les parois de la vésicule, en s'emparant des éléments de ses parois; elles agissent comme des poisons.

871. Les animaux absorbent, par la respiration, l'oxygène de l'air qu'ils rendent, par l'expiration, combiné avec le carbone du sang, à l'état de gaz acide carbonique. Les plantes, exposées à l'action solaire, absorbent de l'oxygène et de l'acide carbonique de l'air, qu'elles décomposent, en s'emparant du carbone et exhalant l'oxygène. A l'ombre et pendant la nuit, elles absorbent l'oxygène, qu'elles exhalent combiné avec le carbone. En conséquence elles vicient l'air pour les animaux pendant la nuit, et elles l'améliorent pendant le jour. Une plante qui végète privée des rayons solaires *s'étiole*, c'est-à-dire ne produit point de matière verte, et prend, par tous ses organes, une direction anormale. L'apparition de la matière verte coïncide avec l'aspiration de l'oxygène. La germination réclame l'obscurité, comme la végétation réclame le bienfait de la lumière; et cela est vrai des graines végétales, comme des œufs des animaux.

872. Il est une certaine classe de végétaux, qui ne peuvent se développer que dans la plus profonde obscurité, et qui ne semblent destinés qu'à la végétation étiolée des racines souterraines; ce sont les champignons. Il est une certaine classe d'animaux qui ne naissent et ne vivent que dans l'ombre; ce sont quelque animaux inférieurs.

873. Quant aux métamorphoses d'une forme végétale en une forme animale, ou d'une forme végétale en une autre qui n'aurait pas le moindre rapport d'affinité avec elle, les expériences, sur lesquelles on a cru devoir baser cette hypothèse, n'ont jamais offert le caractère d'exactitude que la science exige; ce ne sont le plus souvent que des rêves d'un auteur préoccupé. Non pas que je nie la possibilité des générations spontanées, et des transformations des corps; mais je suis persuadé que les générations spontanées n'ont lieu

que sur les plus bas degrés de l'échelle des dimensions qui, jusqu'à ce jour, ont été soumises à l'observation; qu'ensuite, par une infinité de modifications ascendantes, l'organisation est susceptible de revêtir des formes nouvelles et à chaque génération des formes nouvelles; mais que ces modifications ne deviennent sensibles au bout d'un certain nombre de siècles, s'il était donné à l'observateur, sans interruption, au spectacle de la vie, de contempler le développement (\*).

874. Ce qui s'oppose à l'adoption de ces notions, c'est, sans aucun doute, l'idée que nous sommes formée de la graine et de l'œuf, nous leur avons, pour ainsi dire, assigné des formes invariables, un siège invariable, une forme que nous nous sommes hâtés de généraliser, sans réfléchir que, dans quelques cas particuliers, sans réfléchir à généraliser quelques autres cas d'un genre, nous serions arrivés à une conclusion contraire.

875. L'œuf et la graine sont des cellules détachées du tissu de la mère, par suite d'une division de nom contraire. L'impulsion qui fait naître d'un corps étranger que nous nommons l'embryon d'un corps interne dont nous négligeons l'existence nous occuper. L'œuf et la graine peuvent revêtir certaines formes et certaines dispositions qui fixer plus spécialement notre attention. Le beau du polype qui devient polype, le fucus qui devient tubercule qui devient pomme de terre, nous font prendre assez que la faculté génératrice agit sur tout le système de l'organisation, et que l'organisation est dans chacune de ces cellules.

876. Les matières animales, de même que les matières végétales, ne sont susceptibles d'être distinguées qu'empiriquement, et après qu'un individu a contracté une certaine habitude. Cette distinction, dans l'aspect et la consistance, ainsi que dans la nature des produits, indique nécessairement une différence dans la composition intime, point que la science doit se proposer de saisir, mais l'ancienne méthode n'a fait, j'ose le dire, qu'éloigner le terme de la découverte.

(\*) Voy. *Nouveau système de physiologie végétale*, § 1783.

## DEUXIÈME SECTION.

### CLASSIFICATION DU NOUVEAU SYSTÈME DE CHIMIE ORGANIQUE.

#### PREMIÈRE CLASSE.

##### SUBSTANCES ORGANIQUES DES TISSUS (863.)

Les combinaisons de carbone, oxygène et hydrogène, en proportions variables, mais qui, toutes, peuvent être représentées par une portion de carbone (C) et une portion d'eau ( $\text{OH}^2$ ), en se combinant avec une base terreuse ou volatile, à s'organiser en une vésicule et à former le germe et l'élément générateur des tissus, en sorte que la formule (797) des substances organiques des tissus est décomposée par le feu, qui en élimine l'oxygène et l'hydrogène, et isole le carbone en vase clos, ou à l'air, en le combinant avec l'oxygène atmosphérique ou oxyde de carbone; à la suite de cette combustion, il ne reste de la substance que la base terreuse ou la cendre. Les substances inorganiques, comme l'acide sulfurique concentré, l'acide phosphorique, la potasse caustique, et les autres sels, réduisent les éléments organiques, en les dépouillant de la quantité d'oxygène et d'hydrogène nécessaire pour former les tissus. En outre, l'action de la potasse détermine la formation de divers acides qu'elle sature. L'acide sulfurique commence par désorganiser ces substances, en se combinant avec la base terreuse qui était associée; et si, immédiatement après sa première action, on a soin de l'étendre avec de l'eau, on le sature par la chaux, la baryte ou la strontine, on obtient l'élément organique à l'état de dissolution, et avec les caractères qu'il apportait

à la combinaison vésiculaire (832) ou cristalline.

878. Nous diviserons les éléments organiques en quatre groupes principaux : le premier comprenant les SUBSTANCES ORGANISÉES, c'est-à-dire celles qui résultent de la combinaison d'une portion de carbone et d'eau et d'une portion d'une base terreuse, et qui affectent dès lors la forme vésiculaire, et sont aptes à se reproduire indéfiniment, c'est-à-dire à vivre.

Le second renfermera les SUBSTANCES ORGANISATRICES, c'est-à-dire celles chez lesquelles l'élément organique n'est pas encore combiné en vésicule avec la base terreuse, mais est apte à se combiner ainsi, vu que le carbone s'y trouve associé à l'eau sans excès d'oxygène ou d'hydrogène.

Le troisième comprendra les SUBSTANCES ORGANISABLES, c'est-à-dire les substances, chez lesquelles l'hydrogène est en excès, mais qui, en absorbant l'oxygène de l'air, se rapprochent de plus en plus de la nature des substances organisatrices, et passent spontanément à l'état de tissus.

Dans le quatrième, enfin, nous comprendrons les SUBSTANCES ORGANIQUES, ou produits de l'organisation, ou rebuts de l'élaboration, ou approvisionnement de la nutrition; qui concourent au développement de la charpente organisée par leur présence ou leur protection; en recouvrant les surfaces ou en neutralisant les poisons; en rendant à la vie, qui recommence sur d'autres espaces, les éléments engourdis de la vie qui s'éteint; enfin en décomposant les tissus vieillissants, au profit de la nutrition des tissus jeunes et pleins de vie.

## PREMIER GROUPE.

## SUBSTANCES ORGANISÉES.

879. Organes qui s'isolent, en simulant souvent une poudre amorphe, une précipitation inorganique. Les unes proviennent du règne végétal, les autres du règne animal; l'élément organique (877), chez les premières, est combiné en général à une base terreuse; chez les autres, au contraire, il est combiné en général à l'ammoniaque ou à un sel ammoniacal. Mais comme la distinction en substances végétales et substances animales n'est rien moins que tranchée, nous ne l'adopterons que sous forme d'indication botanique et zoologique, et seulement pour rappeler l'origine du produit.

## PREMIÈRE DIVISION.

## SUBSTANCES ORGANISÉES VÉGÉTALES.

880. Substances organisées, qui concourent à former la charpente des organes de la végétation, et que la chimie a pu prendre pour des substances immédiates ou amorphes. Nous en distinguerons treize genres ou *pseudogenres* principaux, auxquels on peut rapporter tous les tissus connus du règne végétal. Ce seront : la *fécule amylocée*, l'*inuline*, la *fécule verte*, le *ligneux*, la *médulline*, la *subérine*, l'*albumine*, le *gluten*, la *légumine*, l'*hordéine*, le *pollen*, la *lupuline*, parmi lesquels nous en admettrons deux seulement, dont tous les autres peuvent être considérés comme des mélanges *pseudonymes* : c'est le *ligneux* et le *gluten*, c'est-à-dire l'organisation ayant pour base une substance terreuse, et l'organisation ayant pour base l'ammoniaque.

## PREMIER GENRE.

AMIDON (*fécule amylocée*) (\*).

881. L'amidon, obtenu à l'état de pureté, est une poudre blanche, cristalline, sans saveur et in-

dore, craquant sous les doigts, insoluble dans l'eau froide, l'alcool, l'éther, se dissolvant dans l'eau chaude, formant une masse épaisse avec elle, selon les proportions qu'il emploie, et sous cette forme, se coagulant par l'alcool; se changeant en sucre, par l'ébullition avec certains acides étendus et par sa fermentation avec le gluten; et en acide malique et oxalique dans l'acide nitrique bouillant, sans donner aucune trace d'acide mucique; enfin jouissant de la propriété de se colorer en bleu plus ou moins violet, par le contact de l'iode.

882. Sa pesanteur spécifique est de 1,5. Sa composition élémentaire est, en poids, de

D'après	Carb.,	oxyg.,	hydrog.,
Gay-Lussac.	43,55.	49,68.	6,77.
Berzélius (*).	44,26.	49,07.	6,67.
Saussure (242).	45,39.	48,31.	5,90.
Prout (243).	42,80.	50,90.	6,30.

Eau.

Moyenne, 43,99. 49,49. 6,41.

ou en

nombres ronds, 44. 50. 6.

Eau.

883. Nombres qui, par suite du jeu de la vapeur d'eau, dont nous croyons avoir évalué suffisamment la portée (802), donneraient la formule alors  $C^{12} H^{10} O^5$ .

884. Il n'est pas inutile de faire observer que Gay-Lussac, Saussure et Prout ont employé leurs analyses, l'amidon de froment, et Bérzélius celui de pomme de terre. Mais, ainsi que nous l'avons fait déjà observer (803), Prout a vu que ce que la théorie nouvelle indiquait d'avance, la quantité d'eau diminuait, et la quantité de gluten augmentait, à mesure qu'on prolongeait le séjour de la fécule à l'étuve, et ensuite qu'elle se lavait mieux donnait 9 à 10 de gluten sur 1000 de substance, ou  $\frac{1}{100}$ . L'arrow-root

a fourni, à l'analyse élémentaire, 56,4 de carbone, 63,6 d'eau; après 20 heures d'exposition à une température de 100°, cette substance a pu donner sur 100, et a donné 42,8 de carbone,

principalement à l'alimentation, garde le nom d'amidon.

(\*) *Traité de chimie* (trad.), tom. V, pag. 267, 1803, première analyse de Berzélius, telle que tous les ouvrages ultérieurs la rapportent, d'après les *Annales de chimie* sensiblement de la dernière adoptée par l'auteur; hydr. 7,06, carbone 43,48, oxyg. 49,45. (*Annales de chimie*, t. LXXXV.)

(\*) Ces deux mots, qui désignent chimiquement une substance identique, prennent une acception différente, selon l'usage auquel on destine la substance même. En thérapeutique et en économie domestique, c'est de la *fécule*; dans les arts, c'est de l'*amidon*. Ainsi la fécule de froment, qui sert de poudre à poudrer et de colle pour le papier, le linge, etc., se nomme spécialement *amidon*. La fécule de pomme de terre, qui sert





blanc arrondi (fig. 21, pl. 6), ou bien comme une perle noire plus ou moins allongée, et percée d'une ouverture lumineuse et elliptique (*ibid.* fig. 22). Une bulle d'air observée dans l'eau (fig. 8, f<sup>e</sup> pl. 9; et fig. 12, a' pl. 8) produit la même image que le grain de fécule observé dans l'air, et cela en vertu des mêmes lois de la réfraction (577).

891. Si l'on place, au contraire, le grain de fécule de pomme de terre (fig. 1, pl. 6) dans l'eau, comme son pouvoir réfringent diffère peu de celui du liquide ambiant, le grain s'offrira alors comme une belle perle de nacre, sur la surface de laquelle on distingue, à certains grossissements, des stries en ondulations concentriques, du plus joli effet (pl. 6, fig. 29); et si le microscope est aussi fortement éclairé que le sont ordinairement les microscopes simples, la transparence du grain féculent pourra être telle qu'on ne le distinguera plus autrement que par un contour linéaire (fig. 23, pl. 6). Dans cet état chaque grain paraît plus grand, illusion qu'on rectifie en le mesurant.

892. Il est pourtant encore possible de diminuer graduellement la transparence du grain de fécule observé sous l'eau; on n'a qu'à diminuer le diamètre du cône lumineux qu'on réfléchit, au moyen du miroir, sur la surface inférieure du grain de fécule; et l'on se sert à cet effet d'un diaphragme (468) percé de trous de différents diamètres. On arrivera à diminuer tellement la transparence de l'objet, que le grain de fécule, observé dans l'eau, offrira presque l'aspect du grain de fécule observé dans l'air; ce qui vient de ce qu'à la faveur de ce diaphragme, on diminuera le nombre des rayons qui seraient tombés perpendiculairement sur la surface inférieure du grain de fécule, et qu'on y fera tomber au contraire un plus grand nombre de rayons obliques, qui n'arriveront pas jusqu'au foyer du microscope.

893. Mais alors, si l'on approche le porte-objet de manière que le centre du grain de fécule ne soit plus au foyer du microscope, l'effet contraire aura lieu. Le centre du grain s'offrira comme un point noir enchâssé dans une auréole éclairée, ou bien comme un noyau emprisonné dans un sac transparent; et si l'on emploie, pour observer le grain de fécule, l'ouverture la plus grande du diaphragme, sans toucher en rien au porte-objet, au lieu d'un point noir on aura une tache bleue, mais lumineuse.

894. Lorsqu'on observe les grains de fécule de la plus grande dimension, à un grossissement un peu élevé, à celui de 500 diamètres par exemple, l'image des grains se déforme, par un effet de ré-

fraction dont il faut tenir compte. Les grains de fécule de pomme de terre qui, au grossissement de 100 à 150 diamètres, se présentent avec de la fig. 1, pl. 6, prennent au contraire l'aplatissement et à ondulations de la fig. 28; cela est dû à ce que la distance focale des hauts grossissements du microscope composé étant très-courte, que le grain de fécule ne saurait se trouver au foyer du microscope; le microscope grossit dès lors que par deux de ses dimensions la largeur et la longueur, et l'aplatit par là; et cela d'autant plus que les divers zones sont davantage au-dessus du foyer; ce qui conduit en apparence une surface creuse; cela n'a jamais lieu à une simple lentille d'un grossissement linéaire de 150 (473).

895. Si l'on verse une goutte de solution d'iode sur les grains de fécule qu'on observe au microscope, on voit ces belles perles de nacre colorer successivement en purpurin, en violet, en bleu clair, et enfin en bleu foncé, si l'iode est en excès, comme lorsqu'on emploie une solution aqueuse; les grains apparaissent alors sous forme de beaux grains de verroterie colorés (pl. 6, fig. 30), mais ils ne changent, en se colorant, ni de forme ni de dimensions. Si l'on verse ensuite sur les grains un acide moniaque liquide, ou de la potasse caustique étendue d'eau, ou de la chaux tout à fait ou un oxyde quelconque enfin, la couleur bleue disparaît et donnera les grains de fécule, qui reprennent leur première transparence nacréée, sans avoir perdu ni de leur forme ni de leurs dimensions primitives; dans ce cas l'iode se porte sur l'oxygène ou les oxydes, pour former avec elle des iodates. On pourra les colorer de nouveau avec un excès d'iode, et les décolorer par l'alcali et ainsi de suite indéfiniment, sans que ces grains soient en rien altérés par cette alternative de coloration, qui rentrent évidemment dans la classe des phénomènes de coloration des tissus par les sels; car il se passe, à l'égard des grains de fécule colorés par l'iode, absolument la même chose qu'à l'égard des tissus de soie ou de laine imprégnés de fer, qu'on colore en rouge en les plongeant dans un bain de *prussiate de fer*, et qu'on décolorise en les replongeant dans un bain de *potasse*. Cette alternative de réaction ne sert seulement à la longue qu'à la suite d'une plus ou moins longue alternative de réaction; les grains de fécule semblent perdre un peu de leur transparence primitive, vu que la grande quantité de sels, que l'eau tient en dissolution, et le pouvoir réfringent du liquide qui enve-

**fécule.** Dans l'expérience en grand, la couleur bleue, communiquée à la fécule par l'iode, paraît à mesuré que les parties aqueuses sont évaporées, et elle est remplacée alors par une couleur marron terne; mais cette couleur bleue disparaît par l'addition de l'eau ou d'un acide hyponitrique. Dans un flacon bouché, la couleur marron persiste indéfiniment. Si l'on met l'iode solide avec la fécule sèche, celle-ci ne se colore que d'un jaune d'abord, couleur qui peu à peu devient rouge de brique, et enfin au rouge-brun. Une goutte d'eau ramènera au bleu cette couleur indécise. Le Brome colore l'amidon humide d'un rouge cramoisi.

### *Organisation des grains de fécule.*

Les formes arrondies, l'isolement réciproque, le développement successif des grains de fécule dans les organes des végétaux, leur coloration par l'iode, leur décoloration par les alcalis étendus, tout cela devait me faire naître la pensée que ces grains, qu'avant cette découverte on prendait pour des cristaux, pouvaient bien n'être autre chose que des **ORGANES**; les expériences suivantes ont évidemment l'exactitude de cette pro-

position. Les grains de fécule, au sortir des cellules végétales, sont mous et fortement ombrés d'un côté, quand ces organes sont encore frais. Si on parvient à atteindre sur le porte-objet ces grains, avec la pointe d'une aiguille, et qu'on les affaisse sous la pression, se vide dans le liquide, et bientôt il ne reste plus de lui-même qu'une calotte plissée, ouverte sur un des côtés; j'en ai vu dans cet état sur la pl. 6, fig. 3 *a*; il en est de même à la graine des *Chara* (888). Mais après l'égouttage ou une ébullition plus ou moins prolongée dans l'alcool concentré, ces grains deviennent plus durs et plus transparents, et ils glissent facilement sous la pointe de l'aiguille; pour les examiner, il faut avoir recours à un autre pro-

cédé. On pétrit de la fécule de pomme de terre avec la gomme arabique, et qu'on en comprime dans un cylindre qu'on laissera sécher à l'air; que l'on coupe ensuite un des bouts du cylindre avec un couteau tranchant, en laissant tomber les débris dans un verre de montre rempli d'eau dis-

souteillée; que d'un autre côté on laisse dissoudre l'autre bout dans l'eau d'un second verre de montre; si l'on examine, quelques heures après, les deux verres de montre au microscope, on ne trouvera presque que des vésicules déchirées et plissées (pl. 6, fig. 5 *aaaa*) dans le premier verre, et dans le second tous les grains se montreront tout aussi bien conservés qu'auparavant (fig. 1).

899. Si la fécule a été broyée et écrasée par quelque procédé que ce soit, tel que l'a été la fécule des diverses farines, les vésicules déchirées s'y montreront tout aussi abondamment que dans l'expérience précédente.

900. Que l'on soumette, sur une lame de fer, une petite quantité de fécule à l'action des charbons incandescents; dès que les couches inférieures se montreront charbonnées, qu'on jette les couches supérieures dans l'eau du porte-objet, qu'on aura légèrement alcoolisée (\*); tout à coup il s'établira des courants rapides dans différents sens; les grains de fécule passeront sous les yeux de l'observateur avec la rapidité de l'éclair; c'est à la faveur de cette petite tempête microscopique, qu'on pourra voir de longues traînées d'une substance soluble sortir de l'intérieur de chaque grain crevassé, ou de chaque calotte des grains éclatés; et bientôt il ne restera plus, sur le porte-objet, que des vésicules plissées, mais dont le diamètre ne sera pas beaucoup plus grand que celui des grains de la même fécule.

901. Si l'on jette une certaine quantité de grains de fécule dans une grande quantité d'eau en ébullition, et qu'on examine ensuite le liquide au microscope, après son refroidissement, crainte que la vapeur d'eau n'obscurcisse le porte-objet, on verra flotter, dans le liquide, des vésicules infiniment légères et transparentes (fig. 2 *a'*), plus grandes vingt fois peut-être que les plus gros grains de la même fécule; et plus on prolongera l'ébullition, plus ces vésicules s'étendront et deviendront transparentes.

902. Si ensuite on abandonne à elle-même, après quelques instants d'ébullition, cette même fécule, en ayant la précaution de jeter dans le liquide un peu de camphre en poudre ou quelques gouttes d'alcool, il arrivera qu'au bout d'un à deux jours toutes les vésicules (fig. 2 *a'*) se précipiteront au fond du vase, sous la forme de flocons ou *detritus* blancs comme la neige, et le liquide qui les sur-

\* On alcoolise cette eau, afin de la mettre en mouvement par l'ébullition alcoolique, et de diminuer la capacité de saturation. Les grains de fécule roulent alors sous l'œil

de l'observateur, emportant après eux des traînées de substance, que l'eau dissoudrait trop vite, sans la présence de l'alcool qui se coagule.

monte reprendra la limpidité de l'eau. Le camphre et l'alcool sont destinés dans cette opération à prévenir la fermentation, dont nous nous occuperons ci-après, et qui se manifeste plus ou moins promptement dans les grandes chaleurs de l'été.

903. On assiste aux phénomènes les plus intimes de l'ébullition de la fécule, à l'aide de l'appareil déjà décrit (488) : qu'on place sur le porte-objet un verre de montre rempli d'eau distillée, dans laquelle on aura eu soin de déposer à la fois et des fibrilles de coton et des grains de fécule; qu'au lieu d'un miroir réflecteur, on emploie une lampe, dont la flamme serve en même temps à échauffer et à éclairer l'objet, il ne restera plus, pour être témoin de l'effet de la chaleur sur le grain de fécule, que d'empêcher la vapeur d'eau de couvrir l'objectif. Pour cela on enveloppera le tube de l'objectif avec l'extrémité imperforée d'une éprouvette à minces parois, que l'on tiendra plongée dans l'eau du verre de montre (488); de cette manière la vapeur d'eau ne pourra ni revêtir la surface du verre grossissant, ni se glisser, à travers les jointures, dans l'intérieur du tube du microscope. Les fibrilles de coton sont destinées à retenir emprisonnés quelques grains de fécule, qui, sans cette circonstance, seraient soustraits à l'observation par les courants de l'ébullition. Or, dès les premières impressions de la chaleur, on verra le grain de fécule retenu par les fibrilles de coton se dilater, devenir de plus en plus transparent, s'aplatir, s'affaïsser, et finir par se vider, jusqu'à ne plus offrir que l'image d'un sac presque sans consistance.

904. Il est évident que toute réaction chimique capable de dégager une quantité suffisante de chaleur produira, sur le grain de fécule, les mêmes effets que l'ébullition de l'eau.

905. En conséquence, si l'on verse de l'acide sulfurique concentré sur une goutte d'eau, dans laquelle on aura déposé quelques grains de fécule, tout à coup et à la faveur du grand dégagement de calorique occasionné par le mélange, les grains de fécule s'étendront et se videront sous les yeux de l'observateur. Si, au contraire, on mêle préalablement l'eau à l'acide sulfurique, et qu'après le refroidissement du mélange, on y jette les grains de fécule, ils resteront aussi intègres que dans l'eau pure; et, par un séjour prolongé, on les y trouvera plutôt corrodés qu'élargis et vidés. Il en sera de même avec la potasse caustique, la chaux vive, etc.

906. Si l'on jette quelques grains de fécule sur une goutte d'acide sulfurique concentré placé au foyer du microscope, par un temps sec, les grains

ne se mouillant pas, et restant à la surface de l'acide, paraîtront aussi noirs et aussi qu'observés à sec sur une lame de verre; mais ils n'éclateront pas; mais dès qu'on verse sur l'acide une goutte d'eau, ces grains s'étendront dans le mélange; ils deviennent même si transparents, qu'il faudra diminuer l'intensité de la lumière, afin de bien apercevoir les contours de leurs téguments. Mais il ne faut pas perdre de vue que, pour que le phénomène se manifeste sous les yeux de l'observateur, il faut que le grain de fécule qu'on observe soit au dégagement de calorique produit par le mélange, ce qui très-souvent n'a pas lieu avec la consistance sirupeuse de la goutte d'acide sulfurique.

907. Si l'on jette quelques grains de fécule sur une goutte d'acide nitrique ou hydrochlorique concentré et fumant, placée au foyer du microscope, les grains de fécule éclateront aussitôt; mais si l'on s'oppose au dégagement de calorique en versant l'acide dans l'eau, produisant l'avidité de ces acides pour l'eau, sans l'expérience sans le contact de l'air, l'acide nitrique, qui est toujours plus ou moins saturé d'eau, si l'on jette, par exemple, les grains de fécule dans un petit tube rempli de l'acide et qu'on bouchera aussitôt hermétiquement, il sera facile de voir à travers les parois du tube, à l'aide d'une forte loupe, que le plus grand nombre des grains de fécule, c'est-à-dire ceux qui n'ont pas assisté au dégagement de calorique par l'ouverture du flacon, restent intègres assez longtemps dans le liquide.

908. Il résulte de toutes ces expériences que chaque grain de fécule est un organe dont l'extérieur est une enveloppe que je désignerai désormais sous le nom de *tégument de la fécule*, insoluble dans l'eau froide, l'alcool, l'éther et les acides; d'autant plus susceptible de s'étendre que celle-ci est élevée à un plus haut degré de température; il nous reste à examiner la nature de la substance que ce *tégument* renferme.

#### § IV. Composition chimique des grains de fécule.

909. Nous avons vu qu'après l'addition d'eau dans une assez grande quantité d'eau, les flocons ne tardent pas à se précipiter, sous la forme de flocons blancs comme la neige, et que le liquide est surmonté d'un liquide aussi limpide que l'eau pure. On décante avec beaucoup de précaution ce liquide, et l'on trouve qu'il se co-

concentrés, par l'infusion de l'eau, mais non par la chaleur; qu'il ne se dissout pas par l'acide, comme les légumineuses; qu'il ne se dissout pas par ses caractères par la chaleur, mais qu'il acquiert seulement à l'extérieur d'une gomme, il a une cassure vitreuse, et se dissout dans l'eau.

Les légumineuses, on s'assure que la cassure est sur un de leurs bords, en l'observant, qui en même temps les rend contractées; par la moindre chaleur remontent dans le liquide, et restent longtemps en suspension.

Une membrane paraissent d'autant plus microscopique que le grossissement est plus grand; et comme chaque pli est très lumineux, il pourrait arriver d'en prendre l'image pour celle d'une illusion semblable avait encombré toute une nomenclature de vaisseaux; elle ne pouvait pas manquer à l'égard de l'étude chimique.

Aussi a-t-on promené un jour, dans les académiques, un immense vaisseau fendu de mille manières, et par un lecteur et dessiné par un membre de l'illustre assistance de ces fentes servait d'après l'auteur, à expliquer le passage soluble à travers l'enveloppe fort ingénieuse, mais c'était une erreur, comme tout ce qui est grossier à la vue. Mais en réfléchissant à la réfraction, on aurait dû conclure que les noirs n'étaient pas des solides, vu que, sous l'eau, des solides sont transparentes.

Perdre à la substance soluble la paroi par l'acide, en la desséchant par des lames très minces sur une plaque, et alors rien ne la distingue de la gomme.

Les vaisseaux au contraire conservent leur forme, après une semblable dessiccation de leur insolubilité. Se détachent mécaniquement de la paroi, qu'ils y forment se brisent en petites parcelles, qui réfléchissent des parcelles de mica, par la

surface qui s'est moulée sur la paroi lisse du vase, et elles jouent la cristallisation à l'œil nu.

914. Pour s'assurer que, dans l'expérience ci-dessus (906), l'action de l'acide sulfurique n'a point altéré les propriétés respectives des légumineuses et de la substance soluble, il faudra étendre d'eau l'acide, le saturer par la craie, et filtrer à plusieurs reprises; les légumineuses resteront sur le filtre, emprisonnées entre les aiguilles du sulfate de chaux, et la substance soluble passera limpide. On pourra encore isoler les légumineuses du sulfate par la lévigation (121), lorsque le mélange n'en sera pas encore trop lassé; car les aiguilles du sulfate de chaux se précipiteront toujours les premières. On aura ainsi les deux substances en état d'être comparées avec celles qu'on aura obtenues par l'ébullition dans l'eau pure, et on pourra s'assurer qu'elles sont identiques. Malgré tout ce qu'on a publié sur l'analyse élémentaire de ces deux substances, cependant j'ose avancer, et cela, en me basant sur les raisons que j'ai exposées plus haut (884), que, sous ce rapport, ces deux substances ne diffèrent pas sensiblement l'une de l'autre.

#### § V. Action du temps sur la fécule intégrée, et dont les légumineuses n'ont pas éclaté.

915. (Il n'est pas hors de propos de faire observer que le temps n'est pas un réactif, mais simplement une mesure ("). Car dès qu'on met en contact un organe avec un agent quelconque dans les circonstances favorables à la réaction, l'action chimique a lieu; mais alors elle est souvent inappréciable, parce que les organes, substances insolubles, ne peuvent être attaqués que par couches emboîtées les unes dans les autres. Or, à mesure que ces couches sont successivement attaquées du dehors au dedans, la somme des résultats inappréciables par eux-mêmes finit par devenir appréciable à nos moyens d'observation; et nous disons alors, quoique improprement : *Le temps a produit ce phénomène*. En fait d'observations et d'expériences, le mot de temps équivaut donc à cette périphrase : *L'époque à laquelle des résultats successifs s'élevaient entre eux, mais infiniment petits, donnaient un nombre pour former une somme*.



de l'air pur, pendant un laps de temps indéfini.

917. Ses grains m'ont paru tout aussi peu altérés après un an de séjour dans l'eau pure, que j'avais placée à l'abri de toute circonstance capable d'en élever la température assez haut, pour faire éclater les granules avec plus ou moins de lenteur. Dans le cas contraire, les granules se distendent et se vident dans un espace de temps plus ou moins court, selon le degré de chaleur qui se développe. C'est à 50° que l'action de la chaleur sur les grains de fécule commence à devenir bien manifeste, c'est à 73° qu'elle est rapide.

918. Si l'eau dans laquelle on a déposé la fécule renferme en outre une certaine quantité de substances fermentescibles, la chaleur résultant de la fermentation fera éclater subitement les grains, ou les obligera à s'étendre et à se vider insensiblement, selon qu'elle se dégagera avec plus ou moins d'intensité et d'une manière plus ou moins prompte; en sorte qu'au bout de quelque temps on n'observera plus dans le liquide que des légumes plus ou moins altérés et pas un seul grain de fécule intègre; c'est ce qui arrive à la fécule de la farine des céréales, lorsqu'on laisse la farine exposée, dans l'eau, à l'action de l'air atmosphérique.

919. L'affinité de l'iode pour la fécule est moins forte que sa volatilité. Que l'on colore par l'iode très-légèrement humide la fécule intègre, les grains de fécule reprendront tôt ou tard, selon les quantités employées de part et d'autre, leur première blancheur, après avoir passé du bleu au marron terne; l'iode est alors évaporé entièrement. L'ébullition décolore la fécule, en augmentant l'énergie de la volatilisation de l'iode; car la volatilisation commence par la séparation. L'iode quitte donc la fécule dès l'instant qu'il tend à se volatiliser. Mais avant de se volatiliser, il doit séjourner dans l'eau ambiante. Ce qui fait qu'en refroidissant, on voit le mélange se colorer de nouveau en bleu, quoique moins intense.

920. Si l'on verse une faible solution d'iode sur la fécule déposée dans l'eau ORDINAIRE d'un flacon en verre, la fécule, un instant colorée en bleu pâle, se décolore rapidement. Si la quantité d'iode est en excès, la décoloration tarde plus longtemps à s'effectuer; mais au bout de six mois environ, dans le cas où la couche de fécule déposée au fond de l'eau n'aurait qu'un centimètre d'épaisseur, la substance, d'abord colorée en bleu noir, aura repris son éclat et sa blancheur. Cependant, si l'on verse alors dans le liquide une faible quan-

tité d'un acide quelconque préalablement d'eau, la couleur bleue reparait aussitôt; manière, il est vrai, moins intense que la première fois.

921. L'explication de tous ces phénomènes n'est pas difficile à trouver.

L'eau ordinaire renferme certains sels capables de saturer l'iode en formant des hydrures d'iode; l'iode sera donc enlevé à la fécule d'autant plus de rapidité que la réaction sera plus énergique, et que les proportions seront plus faibles. Enfin, il se forme, dans cette eau, de l'ammoniaque, dans toutes les eaux exposées au contact, surtout si elles renferment des débris organisés, ou une couche d'organes, ou une couche de poussière inorganique. C'est une assez grande quantité d'iode pour exister en combinaison saline, au bout de six mois, dans le liquide recouvrant la couche de fécule décolorée. Si l'on verse alors un acide dans le mélange, l'iode remis en liberté se fixe sur la fécule, et la colorera de nouveau en bleu; mais trop intense, pour qu'on puisse être tenté de penser que sa saturation était due uniquement à la présence de carbonates terreux, que cette faible quantité d'eau était capable de tenir en dissolution.

#### § VI. *Action du temps sur la fécule intègre; les légumes ont éclaté par leur (\*)*.

922. La substance soluble isolée de la fécule, soit à l'aide du siphon ou de la filtration, soit par l'intermédiaire d'un filtre composé de plusieurs couches de papier sans colle, à la longue les caractères suivants: on ne développe dans son sein aucune bulle de fermentation; elle n'acquiert aucune odeur, elle ne présente aucun signe d'acidité ou d'alcalinité au papier réactif, et cela même après six mois d'exposition à l'air libre. L'iode la colore en bleu les premiers jours, et y détermine des coagulum de fécule qui disparaissent avec la couleur dans l'espace de quelques heures ou d'un jour, selon les doses de substance employées. La même quantité d'iode détermine les mêmes effets; mais on s'aperçoit tôt ou tard que le réactif, au lieu de colorer en bleu la solution, la colore plus qu'en purpurin, et qu'en

(\*) *Recherches chimiques et physiologiques sur les végétaux, § 17, tome III des Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris, 1827.*

la substance soluble ne se colore plus par l'iode, même à l'aide d'un acide ; et cette substance n'a perdu aucune autre propriétés essentielles : elle se coagule paravant par l'alcool, les acides concentrés de galle, etc. ; concentrée par la chaleur elle s'offre exactement avec tous les caractères des gommes ordinaires ; elle prend, par l'effusion, un veil jaunâtre, et se fendille comme une couche desséchée de fécule.

Autres phénomènes s'offrent à l'observation : on expose la substance soluble à l'air, dans un flacon en verre, sans la recouvrir de ses *téguments* qui se tassent au fond du vase, si la température est assez élevée (20°), on ne tarde pas à apercevoir des bulles monter successivement à la surface ; et il est facile de s'assurer que ces bulles part exclusivement du sein de des téguments. Bientôt l'odeur du lixivium aigrelette ; il rougit le tournesol, et l'acide caséique se dégage et acquiert une saveur qu'on peut la saisir à une grande distance si on fait évaporer ce liquide à cette température on obtient une substance déliquescente, qui a tout l'aspect et toute l'odeur du lixivium qu'on a laissé exposé pendant longtemps à la décomposition.

Les effets sont plus rapides et plus prononcés si au lieu de n'exposer la fécule qu'une fois à l'ébullition, on réitère l'ébullition à plusieurs reprises. J'avais fait bouillir huit heures la fécule, pendant un mois, dans un vase d'eau ; je déposai, le 5 avril 1826, la fécule dans un flacon bouché à l'émeri, remplissant la moitié de sa capacité d'air atmosphérique. Les téguments se précipitèrent bien plus rapidement qu'à l'ordinaire ; la fermentation commença rapidement. Le 31 mai je débouchai le flacon, le bouchon fut repoussé avec une forte explosion, le papier tournesol suspendu au goulot du flacon sans adhérer aux parois, rougit sensiblement, une allumette enflammée, introduite dans le flacon, produisit une détonation violente, suivie d'une flamme assez vive ; l'allumette consumée assez longtemps dans le flacon, le papier tournesol, trempé dans le fond du flacon non à la surface, rougissait sur ses bords ; si on l'exposait à l'air, il était ramené au blanc ; l'odeur du vase était aigrelette et analogue

à celle du fromage qui commence à aigrir. Je rebouchai le flacon. Le 10 juin je le rouvris ; le bouchon fut repoussé avec la même explosion que la première fois ; la substance soluble ne se colorait plus par l'iode. Le 9 juillet, le flacon s'ouvrit avec une moindre explosion ; le liquide à la surface même rougissait le tournesol ; une odeur fétide de vieux fromage s'en dégageait, de manière à infecter le local, dans lequel je faisais l'expérience. Évaporée convenablement, cette substance, au lieu de présenter les caractères ordinaires d'une gomme, offrait tout l'aspect d'une substance jaunâtre, molle, luisante, grenue, déliquescente, semblable à un grumeau de graisse rance, qu'on aurait obtenu par évaporation, ou plutôt à la croûte humide et grenue de certains fromages ; elle laissait sur la langue une impression de chaleur semblable à celle qu'y produit la viande, qui a été rôtie jusqu'à un commencement de carbonisation. L'alcool et l'eau la redissolvaient également ; mais, délayée dans l'eau, elle ramenait au bleu le papier rougi par les acides. En 1828, elle conservait encore son odeur infecte et toutes ses propriétés, quoique pendant tout ce temps elle fût restée exposée à l'air libre.

925. Il s'était donc formé de l'ammoniaque de toutes pièces dans une substance non azotée ; c'est là la première conséquence que je tirerai dès à présent de cette série d'expériences, et le fait est assez important pour que j'y arrête immédiatement l'attention du lecteur. Nous aurons plus d'une occasion d'y revenir.

926. Lorsque la fécule est exposée au contact de l'air libre dans un flacon débouché, il arrive que la fermentation détermine la production, non de l'ammoniaque, mais de l'alcool, que l'on reconnaît à l'odorat. Au reste, l'influence des ténèbres, de la lumière et de l'électricité de l'air joue un très-grand rôle dans l'une et dans l'autre expérience, et la présence de l'une ou de l'autre de ces causes est capable d'imprimer à la marche des phénomènes une foule de modifications plus ou moins variées (\*).

## § VII. Action du temps, soit à l'aide de l'eau, soit à l'aide des acides et des alcalis, sur la contexture des téguments de la fécule (\*\*).

927. Quand ces phénomènes de fermentation

n'ont pas lieu dans le liquide renfermant le produit de l'ébullition de la fécule, phénomènes qu'on peut paralyser avec une goutte d'alcool ou une parcelle de camphre, les téguments se conservent avec leurs premières formes, leur premier aspect, et leur première propriété de se colorer en bleu par l'iode. Ainsi j'ai conservé avec tous ses caractères, pendant deux ans, dans un flacon bouché à l'émeri et à demi rempli d'air, de la fécule bouillie dans un grand excès d'eau distillée.

928. Mais lorsque la fermentation s'établit dans le liquide, on voit les téguments se déformer chaque jour; et en se déformant, leur tissu devient granulé et se couvre de globules très-petits; peu à peu leur coloration au moyen de l'iode passe par toutes les nuances imaginables du bleu au purpurin, couleur que les acides refusent de ramener au bleu; enfin, leurs détrit<sup>us</sup>, à une certaine époque, ne se colorent plus, si ce n'est en jaune, par une solution d'iode (\*).

020. Une ébullition prolongée (24 heures environ) produit des effets analogues sur la texture des léguments. Ils s'étendent d'abord presque indéfiniment dans le liquide ; bientôt ils se déchirent irrégulièrement, et leurs lambeaux se couvrent de granulations arrondies d'un diamètre à peu près égal en apparence ( $\frac{1}{200}$ ,  $\frac{1}{250}$ ,  $\frac{1}{300}$  de milli-mètre), qui grossissent de plus en plus à leur tour. Plus on prolongera l'ébullition, plus ces détritüs de léguments tarderont à se précipiter au fond du vase par le refroidissement et par le repos ; il faudra quelquefois un mois, pour que la substance soluble soit bien isolée de ses léguments déchirés, tandis que, après une heure d'ébullition, les léguments intègres n'emploieront tout au plus qu'une demi-journée, pour se tasser au fond du

**vase. Cela vient de la pesanteur s'organes, qui diminue, à mesure cissent en s'étendant.**

930. L'acide nitrique, dans lequel on a mis de la fécule intègre, contracte environ une couleur jaunâtre. Toute la fécule du flacon bouché à l'émeri devient, par le traitement de l'acide nitreux, d'une couleur brune et rutilante. Les téguments fins de la fécule paraissent en entier dans cet acide, et ne se décolorent et ne reprennent sa blancheur que par quelques *détritus* que la loupe y découvre. Quand on regarde le flacon à travers

931. L'acide hydrochlorique pu se comporte d'une autre manière ; d'abord jaunâtre et passe ensuite observé au microscope , il offre globules noirs , tenus en suspension dans un liquide incolore. En chimie , on fait une suspension pour une véritable dissolution étendant l'acide avec de l'eau , tous les précipités , pour former une couche au fond du vase , et le liquide au-dessus de cette couche reste incolore et transparent. On lave sur un filtre cette poudre noire qu'elle monte en suspension dans l'acide chlorique à froid et à chaud , qu'elle se suspend dans l'eau par l'ébullition , et qu'elle s'en précipite par le refroidissement ; ce qui vient de ce que ces globules ont une pesanteur spécifique moindre que celle de l'eau.

932. On peut assister à la succession des phénomènes les plus intimes, qui ont cours de cette réaction. Soient deux verres (486), dans l'une desquelles il y a une cavité en segment de sphère, on peut glisser l'une sur l'autre à frotte-

ques suspendus dans le liquide du porte-  
l'auteur doit être attribuée à l'une et à l'  
d'illusions microscopiques. Et d'abord, qua  
Guibourt annonce s'être servi de celui d  
que nous avons eu occasion de manier avan  
que nous l'avons déjà dit (*Annales des Sci*  
tom. II, avril 1829, p. 104), ce microscope e  
de coco qui avait appartenu à Haüy, et qui, p  
fications de ses lentilles, ne permettait sou  
corps moins transparents que les téguments d  
conseillé au propriétaire de l'instrument  
diaphragme, afin de diminuer l'intensité d  
et les faux effets de la mauvaise combinai  
sommes forcé d'entrer dans tous ces détails él  
nos auteurs de traités classiques, faute de les  
à enregistrer des erreurs évidentes dans de

riques, § 6 et 10, tome III des *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*.

(\*) On lit dans la chimie de Despretz : « Les téguments qui sont insolubles à froid deviennent solubles à chaud (tome II, p. 301, 1830). » Despretz, pour consigner dans son ouvrage un fait démenti par la série des expériences que j'ai publiées depuis six ans à cet égard, n'avait d'autre autorité que celle de Guibourt, qui avait conclu que les téguments n'existaient plus dans le liquide, par cela que lui, Guibourt, et avec le secours de son microscope, ne les apercevait plus à une certaine époque. Or, Guibourt était alors à son début dans l'emploi du microscope, et il ignorait que, pour rendre visibles à cet instrument les corps devenus trop transparents, il ne faut pas les éclairer d'un trop grand faisceau de lumière; il ignorait aussi que l'évaporation de l'eau encore chaude peut, en couvrant de vapeurs la surface de l'objectif, dérober la forme des corps les plus opa-

e la cavité d'acide hydrochlorique con-  
 dans lequel on aura déposé des parcelles  
 de pomme de terre; que l'on fasse en-  
 serrer subitement la lame simple sur la  
 lame, sans permettre à l'air atmosphérique  
 d'entrer dans la cavité; tous les grains de  
 éclateront sous l'influence du calorique,  
 se dégageant pendant l'opération; mais un  
 instant ou commencera à voir les téguments  
 se couvrir de granulations, dont la plupart au-  
 ront le diamètre d'un millimètre. Le liquide, ainsi que le  
 tégument, contractera de plus en plus  
 sa couleur roussâtre, et les globules de  $\frac{1}{200}$  de  
 diamètre commenceront à leur tour à se subdivi-  
 ser. Après, on apercevra des globules  
 de  $\frac{1}{100}$  de millimètre, etc., et le phénomène  
 sera stationnaire, si l'acide a épuisé toute  
 sa force.

Si, dans le même appareil, on met la fécule  
 de pomme de terre, non avec l'acide, mais avec la potasse  
 caustique, la fécule éclatera de la  
 même manière, à la faveur du dégagement de ca-  
 loric qui aura lieu par la combinaison de la  
 fécule avec l'eau; la substance soluble se coa-  
 gule en plaques membraneuses; les téguments  
 éclateront, mais moins que dans l'acide. La  
 fécule restera stationnaire indéfiniment.  
 La décoloration de la farine produit à la longue,  
 les téguments de la fécule, les mêmes gra-  
 nulations que l'action des acides ou de l'ébulli-

*Réfutation, à l'aide des précédentes  
 expériences, de la théorie classique  
 de l'amidon, telle qu'elle était professée,  
 dans la première édition de cet  
 ouvrage (\*).*

L'amidon se compose de petits cristaux  
 formés dans l'intérieur du végétal, et qui  
 se détachent par le déchirement du parenchyme  
 du tissu cellulaire. L'eau, à la température  
 ordinaire, dissout une certaine quantité d'ami-  
 don; après avoir été lavée sur un filtre,  
 la substance perd de son poids d'une manière  
 appréciable. »

L'amidon ne se compose que de globules

Les paragraphes entre guillemets sont littéralement co-  
 piés des ouvrages des auteurs, que nous réfutons dans les  
 autres paragraphes sans guillemets.

d'une blancheur éclatante, lisses, réfléchissant la  
 lumière, qui croissent comme toutes les cellules  
 végétales dans l'intérieur d'une cellule, et qui  
 élaborent une substance gommeuse, de la même  
 manière que d'autres cellules élaborent l'huile, la  
 résine, etc. Je n'ai jamais trouvé aucun cristal  
 dans l'intérieur d'une cellule vivante; je n'en ai  
 trouvé que dans les interstices, ainsi que je le  
 démontrerai plus loin.

Les grains intègres de fécule sont insolubles  
 dans l'eau froide, et cela indéfiniment. Deux  
 causes peuvent faire croire à leur solubilité par-  
 tielle. La première est la facilité avec laquelle les  
 grains de la plus petite dimension passent à tra-  
 vers le filtre; la seconde est l'altération mécanique  
 des grains de fécule, qui ont passé par les procé-  
 dés de mouture, de fermentation, etc. Le tégument  
 des grains de ce genre ayant été déchiré ou divisé,  
 l'eau peut atteindre la substance incluse et la dis-  
 soudre.

936. « L'amidon se combine facilement avec  
 » l'eau bouillante, et forme un hydrate connu sous  
 » le nom d'empois (*Thénard*, 1824). — Mêlé avec  
 » l'eau bouillante, il forme l'empois, et devient  
 » soluble; par l'évaporation à siccité il ne reprend  
 » pas son insolubilité dans l'eau froide (*Despretz*,  
 » 1830). — L'amidon est insoluble dans l'eau froide,  
 » mais se résout dans l'eau bouillante en un li-  
 » quide mucilagineux (*Berzélius*, 1832). »

937. L'amidon est composé de vésicules pleines  
 d'une substance gommeuse qui durcit au contact  
 de l'air (897) par l'évaporation de ses parties  
 aqueuses. Dans l'eau élevée à 50° seulement, le  
 tégument imperméable à froid se distend; dans  
 l'eau bouillante il se déchire; la substance gom-  
 meuse se dissout alors dans l'eau, les téguments  
 restent en suspension; ils se précipitent au fond  
 du vase, si l'eau est en excès, et si, par consé-  
 quent, les téguments sont clair-semés dans le li-  
 quide; mais, si la fécule est en excès, les tégu-  
 ments qui ont acquis un volume au moins dix fois  
 plus grand, forment, en se pressant et s'aggluti-  
 nant bout à bout, des couches tremblotantes qui  
 épaississent le liquide et le rendent opalin; c'est  
 ce qu'on nomme *empois*.

938. « Cet empois, d'après Vogel, se décompose  
 » par la congélation, et l'amidon reprend ses pro-  
 » priétés primitives (*Thénard*, 1824). — Selon  
 » Vogel, la dissolution mucilagineuse d'amidon,  
 » soumise à la congélation et au dégel, laisse  
 » déposer l'amidon dissous, sous forme pulvéru-

» lente, résultat qu'on n'obtient par aucun autre  
» moyen (*Berzélius*, trad. 1832). »

939. Par la congélation, les léguments, se contractant, acquièrent une plus grande pesanteur, deviennent plus clair-semés, et trouvent ainsi moins d'obstacle à se précipiter. Ils apparaissent alors au fond du vase avec l'aspect rigide et craquant de la fécule intègre; mais la moindre élévation de température va leur rendre leur souplesse et les faire remonter en suspension dans le liquide. Ce qui doit ajouter encore à la marche du précipité, c'est qu'à partir de  $+4^{\circ}$ , l'eau va toujours en augmentant de volume, et, par conséquent, en diminuant de densité jusqu'à zéro; tandis que les léguments, au contraire, diminuent de plus en plus de volume et augmentent de densité.

940. « La potasse, broyée avec l'amidon, lui  
» donne la propriété de se dissoudre dans l'eau  
» froide; la dissolution est troublée par les acides,  
» qui, se combinant avec l'alcali, mettent l'amidon  
» en liberté (*Thénard*). — Une dissolution con-  
» centrée d'hydrate potassique, broyée avec l'ami-  
» don, forme une combinaison transparente, gé-  
» latineuse, soluble dans l'alcool et dans l'eau, d'où  
» l'amidon est précipité par les acides. Étendue de  
» beaucoup d'eau, la gelée limpide devient opa-  
» line (*Berzélius*, trad. 1832). — Broyé avec de la  
» potasse, il se dissout, et il est précipité de la dis-  
» solution par les acides (*Despretz*, 1830). Avec  
» la baryte et la chaux, l'amidon forme des com-  
» binaisons insolubles, et qui se précipitent, quand  
» on mêle une dissolution d'amidon avec de l'eau  
» de chaux ou de baryte. On obtient une combi-  
» naison d'oxyde plombique et d'amidon, en mê-  
» lant une dissolution bouillante d'amidon, avec  
» un excès de sous-acétate ou de sous-nitrate plom-  
» bique, ce dernier à l'état de dissolution saturée  
» bouillante; l'amidon se combine avec la base  
» en excès et transforme le sous-sel en sel neutre.  
» Le précipité est blanc, caséiforme et pesant; il  
» renferme 72 parties d'amidon sur 28 parties  
» d'oxyde plombique (*Berzélius*, trad. 1832). »

941. La potasse caustique, en se combinant avec les vapeurs d'eau de l'atmosphère, produit assez de calorique pour faire éclater et pour distendre les léguments; la substance soluble peut être dès lors reprise par l'eau; or, comme l'eau de ce mélange n'est pas en assez grande proportion, pour modifier sensiblement le pouvoir réfringent de la substance soluble par rapport aux léguments de la fécule, il s'ensuit que la gelée

conservera sa transparence; mais, en ajoutant l'eau au mélange, la substance soluble dra de plus en plus, sans que les léguments modifient en aucune manière; le pouvoir réfringent des deux substances sera de plus en plus différent, et le liquide deviendra de plus en plus opalin et laiteux (27). Les acides étendus abondamment seraient bien capables, en contractant les léguments par leur astringence, de diminuer la pesanteur spécifique et de hâter le précipité; il est facile de concevoir que ce précipité se fait tout aussi bien sans le secours des acides que l'on abandonnait cette prétendue combinaison potassique à elle-même après l'avoir suffisamment étendue d'eau. Ce qui avait sans doute trompé les chimistes à croire que la potasse se combinait chimiquement avec la fécule, c'est que l'on colore plus l'amidon traité par cet alcali qu'il suffit de se rappeler l'affinité de l'iode avec la potasse, afin de concevoir que, si l'iode colore pas l'amidon, c'est qu'il forme un composé indissoluble, avec la potasse dissoute dans l'eau qui précipite l'amidon en dissolution. Quant au précipité lequel les chimistes voyaient l'amidon tout mis en liberté, il faut qu'ils ne se soient pas trompés, par l'expérience, de la nature de ce précipité; car en l'évaporant ils n'auraient pas pu se convaincre, d'après les principes de la chimie, que cet amidon était altéré.

Les combinaisons atomistiques que Berzélius indique de l'amidon avec certaines bases, sont encore plus illusoires que celle avec la potasse; car les particules de baryte ou de chaux que l'eau tient en suspension, rencontrent les léguments également suspendus dans le liquide, et s'y attachent par adhérence, et les rendent plus pesants; ou bien, en se précipitant elles-mêmes, elles emprisonnent entre elles la substance soluble, et ce mélange mécanique, soumis à des procédés grossiers de l'analyse en grand, simule une combinaison atomistique. Il faut en dire autant de la combinaison avec le sous-sel de plomb que je nie pourtant que la substance soluble de la fécule, ainsi que l'albumine et autres substances organiques, n'ait la propriété de réduire les sels et de s'en associer les bases, pour s'organiser en tissus; mais, en cette circonstance, le précipité n'est autre qu'un mélange de léguments plus pesants par le sel insoluble de plomb, d'oxyde de plomb et de substance soluble; et ce mélange variera en proportions, selon les procédés de l'analyse, et surtout selon les circonstances qui favorisent ou paralysent la végétation.



isation. Je porte le défi le plus formel à  
d; et j'ose avancer que les nombres  
par Berzélius ne se retrouveront pas  
: fois, dans une série d'analyses va-  
ne m'étendrai pas ici sur les combinai-  
nidon et de *borax*, d'amidon et de *bleu*  
se, ni sur la solubilité du *phosphate de*  
ins l'amidon, comme l'avancait Vauque-  
rait vouloir perdre un certain nombre  
, que de les consacrer aujourd'hui à  
ion de ces idées. Ce que j'ai dit, au sujet  
les bases, suffit pour évaluer toutes les  
s analogues.

L'acide nitrique affaibli le dissout à  
*Thénard*). — Les *acides* étendus dissol-  
midon en un liquide transparent et très-  
*Berzélius*). — Il se dissout également dans  
les nitrique, sulfurique (*Despretz*). »

es *acides* avides d'eau, mêlés au contact  
vec de l'amidon intègre, produisent une  
suffisante pour faire éclater les grains  
. Mais si l'on fait les expériences sans le  
le l'air, l'action de ces *acides* se bornera  
à la longue les tissus féculents, et à  
ieu à des phénomènes autres que ceux  
mple dissolution. Bien loin de dissoudre la  
es *acides* précipitent même la substance  
et la coagulent, en lui soutirant les mo-  
eau qui servaient à la tenir en solution ;  
emblent en dissoudre une partie après que  
nents ont éclaté, c'est à la faveur de l'eau  
est combinée. Il en est de même de la po-  
istique et de l'alcool, enfin de toutes les  
es avides d'eau.

L'acide sulfurique forme avec l'amidon  
posé cristallisable. Que l'on prenne de  
sulfurique étendu de douze fois son poids  
; que l'on dissolve, en élevant un peu la  
rature, l'amidon dans quarante fois son  
de cet *acide* faible, et que l'on verse de  
l dans la dissolution, il en résultera un  
ité qui devra être regardé comme un mé-  
d'eau, d'acide sulfurique, d'amidon pur  
composé cristallin. Si, après avoir lavé le  
ité avec l'alcool, pour enlever l'excès  
, on verse sur le résidu une petite quan-  
eau, celle-ci dissoudra le composé ; mais,  
e elle en séparera un peu d'amidon, et que  
la même elle mettra de l'acide en liberté,  
lra verser la nouvelle liqueur sur un filtre,  
e cristalliser par évaporation spontanée,  
yer à plusieurs reprises les cristaux dans

» l'alcool. L'acide libre sera emporté, et le com-  
» posé d'acide et d'amidon restera pur (*Saus-*  
» *sure*, Ann. de ch. et de phys., t. XI; *Thénard*;  
» *Berzélius*, trad. 1832). »

945. L'alcool, en s'emparant des molécules  
aqueuses, rapproche et coagule les substances  
gommeuses : ce *coagulum* ne peut avoir lieu,  
sans emprisonner les molécules d'acide ou de sel  
que tient en dissolution l'eau, dans laquelle la  
substance gommeuse est dissoute, et dans laquelle  
les téguments sont tenus en suspension. Dans le  
cas que cherchait à expliquer la théorie classique,  
il arrivera donc que l'acide sulfurique s'emprison-  
nera dans le sein des grumeaux formés par l'al-  
cool, au moyen de la substance soluble et des té-  
guments de la fécule. Si maintenant on lave les  
grumeaux avec de l'alcool, ce menstrue emportera  
les molécules acides qui peuvent recouvrir chacun  
des grumeaux, mais il respectera les molécules aci-  
des emprisonnées dans une substance que l'alcool  
ne saurait attaquer. En conséquence la surface de  
ces grumeaux sera neutre, tandis que leur intérieur  
sera acide. Si ensuite, à la place de l'alcool, on se  
sert d'eau pour laver ces grumeaux, celle-ci, dés-  
agrégeant les téguments et dissolvant la sub-  
stance soluble, mettra de nouveau l'acide en li-  
berté. Mais si, après avoir bien lavé à l'alcool les  
grumeaux, on les fait dessécher, chaque parcelle,  
après sa dessiccation, conservera un aspect cristal-  
lin, à cause des diverses faces qu'elle contractera,  
soit par les cassures, soit par les traces de son  
application contre les parois du vase ; on croira  
alors avoir des cristaux résultant d'une combi-  
naison atomistique, tandis que, par le fait, on  
n'aura devant les yeux qu'un mélange artificiel ;  
toutes ces expériences sont faciles à constater par  
l'observation microscopique. Il n'existe donc pas  
de sulfate d'amidon ; car, bien loin que l'acide  
sulfurique ait une affinité proprement dite pour  
la fécule, il la précipite de l'eau ; et, sans eau, il  
ne la dissout pas (906).

946. « Trituré avec plus ou moins d'iode, il forme  
» des combinaisons dont la couleur varie. Les  
» combinaisons sont violâtres, quand la quantité  
» d'iode est petite, bleues quand elle est un peu  
» plus grande, noires quand elle l'est plus en-  
» core... Il paraît qu'entre ces diverses combi-  
» naisons, il en existe une qui est BLANCHE, et qui  
» contient le moins d'iode possible (*Colin et Gaul-*  
» *tier de Claubry*, Ann. de chim. 90 ; *Pelletier*,  
» *Bullet. de pharm.* 6 ; *Thénard*, 1835 ; *Des-*  
» *pretz*, 1830). L'IODURE D'AMIDON est soluble

» dans l'eau froide, et d'autant plus qu'il est plus  
 » riche en iode. L'iodure bleu noirâtre se dissout  
 » facilement : la dissolution est violette ; l'iodure  
 » bleu est moins soluble et forme une dissolution  
 » INCOLORE... La dissolution du chlore détruit la  
 » couleur de l'iodure d'amidon et la fait passer au  
 » jaunâtre... L'acide nitrique concentré le dissout  
 » en un liquide rougeâtre... Les alcalis la détrui-  
 » sent également ; les acides la régénèrent. (*Ber-*  
*zélius*, 1832 !!!) »

947. L'iode ne forme pas un IODURE D'AMIDON, dans le sens propre du mot, avec la fécule intégrée ; il la colore seulement en s'appliquant sur la surface de chaque granule, par le même mécanisme, en vertu duquel il colore en jaune les autres tissus organiques, tels que le lin, le coton, la laine, etc. Or, jusqu'à présent la chimie n'a point rangé les phénomènes de coloration des tissus, dans la classe des combinaisons atomistiques, et elle aurait commis une grave erreur, en rapprochant le moins du monde ces deux ordres de phénomènes. La prétendue combinaison en blanc était si facile à expliquer, même à l'époque de la publication du travail de Colin, Gaultier de Claubry et Pelletier, qu'on ne peut se défendre d'un mouvement de surprise, lorsqu'on voit cette idée reproduite avec une certaine afféterie, en 1835, par des chimistes célèbres. Car, ou bien l'eau dans laquelle vous opérez votre prétendu mélange, renferme des sels inorganiques susceptibles de céder leurs bases à l'iode, et alors au lieu d'une combinaison blanche d'iode et d'amidon vous aurez un hydriodate inorganique, et l'amidon restera incolore : ou bien la quantité d'iode sera si faible, qu'elle ne semblera pas ajouter à la légère teinte déjà bleuâtre que possède la fécule de pomme de terre et même celle de froment. Ces prétendus iodures d'amidon ne se dissolvent jamais dans l'eau, si l'on opère à froid et si les grains de fécule sont bien intègres ; mais si vous opérez avec la fécule de froment, dont le plus grand nombre des grains ont été écrasés par la meule, alors la substance soluble se dissolvant dans le liquide, celui-ci colorera en bleu, en s'associant à l'iode.

La dissolution de chlore ne fait passer au jaunâtre la couleur du prétendu iodure d'amidon, qu'en altérant la substance même de l'amidon. L'acide nitrique produit un effet analogue par la même cause. Les alcalis ne détruisent pas la couleur de l'iodure d'amidon ; ils s'emparent de l'iode et forment avec lui des hydriodates. Les acides remettent l'iode en liberté, et l'amidon se colore de nouveau. L'acide sulfureux et le gaz hydrogène

sulfuré détruisent la couleur, par le même procédé que les acides ci-dessus. *Berzélius a dans ce dernier cas un acide plus fort qui détruit la couleur.* C'est qu'un acide plus fort éclate les grains de fécule, et fournit à l'iode une nouvelle masse de substance ?

948. L'analogie, car elle doit continuer, qui nous a été tracée par les faits, alors que les faits positifs nous abandonnent, l'analogie permet pas un instant de douter que la couleur donnée par l'iode de la substance soluble et insoluble dans la fécule, soit l'effet d'une substance étendue sur l'organisation essentielle de la fécule, et qu'elle pourrait se dépouiller, sans perdre aucun de ses autres caractères. Voici les raisons sur lesquelles j'ai fondé depuis longtemps mon opinion. Les théories professées dans les livres estimés qui reposent sur des inductions logiques. 1° L'élévation de température ne fait pas dépouiller la substance soluble de la faculté de se colorer par l'iode ; c'est alors une gonorrhée. Quant aux téguments, il faut un feu plus fort (torréfaction) pour leur enlever cette propriété ; car les tissus cèdent, moins que les substances solubles, les éléments de la substance dans laquelle ils sont combinés. On a dit depuis longtemps que l'on n'a pu dépouiller la substance soluble, de la faculté de se colorer par l'iode. Dans l'intérêt de la démonstration sera permis d'ajouter que le seul auteur qui a procédé à l'expérience, est le même qui a annoncé la solubilité des téguments, par un certain microscope il ne les avait plus trouvés flottants dans le liquide (928). En supposant dans le premier cas, l'auteur ait procédé d'une manière plus rationnelle que dans le second, la cause de cette dissidence : Si vous couchez une couche de substance soluble à la torréfaction, et que la couche soit d'une trop grande épaisseur, il sera impossible de torréfier les parties supérieures, sans torréfier les parties inférieures. On devra donc alors s'arrêter à une suffisante torréfaction, c'est-à-dire que la substance n'aura pas torréfié du tout ; le résultat sera nul, quoique l'expérience ait été faite sous une autre forme. Il faut que la couche soit extrêmement mince, et qu'on la retire lorsqu'elle commence à jaunir. Du reste, qui ne sait que la torréfaction en grand dépouille la fécule de sa propriété de se colorer en bleu par l'iode, comment se ferait-il que la substance soluble ne perdît pas cette faculté lorsqu'elle est dans des téguments, elle qui la perd, alors que les téguments l'emprisonnent ? En vérité, l'

épargner à la science, la nécessité d'épargner pour faire ressortir de pareilles conclusions. 2° La fermentation spontanée produit les mêmes effets que l'évaporation par les principes, sur la substance soluble, et que la même sur les léguments; et pourtant, à la quelle les léguments refusent de se colorer par l'iode, ils conservent encore toutes les mêmes propriétés physiques et chimiques. 3° L'iode colore en bleu l'intérieur de certains grains de pollen, dans lesquels on ne trouve pas un atome de fécule. L'iode, ainsi que par d'autres substances, colore en bleu la gomme galac, qui certes ne sera pas soupçonnée d'être de la fécule. 4° Si l'on verse de l'acide caustique dans la substance soluble de l'amidon en ébullition, celle-ci se coagule en longs filaments très-réguliers, et alors l'eau se colore en bleu par l'iode, comme auparavant, sans qu'elle renferme en dissolution la substance soluble de la fécule. 5° Les progrès de la germination, chez les céréales, produisent, sur la substance soluble et sur les léguments que le caustique a fait éclater, les mêmes effets de fermentation à l'air libre; et notez que le même étant alors fortement acide, on ne peut attribuer l'absence de la coloration bleue par l'iode à la présence d'une base ou d'un alcali. Il est une époque, où les léguments, qui nagent dans un liquide nourricier, se colorent en purpurin par l'iode, et finissent même par ne plus présenter aucune coloration par ce réactif. 6° Enfin, les racines, dans les organes de certains végétaux, ont des analogues, en tout point, aux grains d'amidon, qui remplissent les mêmes fonctions physiologiques, et qui ne diffèrent d'eux que par l'absence de la propriété de se colorer en bleu par l'iode.

Les raisons péremptoires aux yeux du physiologiste qui examine le développement, la transformation et l'analogie des organes, seront sans doute encore longtemps repoussées par les chimistes, qui, ne s'occupant que des substances, se plaisent à multiplier les êtres, dans le but de enrichir la nomenclature et la classification. J'irai encore plus loin, et j'oserai avancer que l'iode ne colore la substance soluble, qu'en la dissolvant et en l'assimilant ainsi, par sa contexture chimique, aux léguments eux-mêmes. Nos grossissements sont encore trop faibles

pour apercevoir les myriades de ces petits grumeaux; on pense alors que ce qui communique au liquide sa couleur bleue est une dissolution; mais il est facile de se convaincre que l'iode forme, dans une solution de substance soluble, des grumeaux appréciables et variant de dimensions jusqu'aux limites de nos grossissements; en continuant l'observation par l'analogie, on doit admettre l'existence de grumeaux inappréciables comme tels, et suspendus comme les autres dans le même liquide; or, ces derniers ne peuvent y exister, sans que l'eau en paraisse colorée. Quand nous agitions l'eau qui surmonte un précipité d'amidon intègre de pomme de terre coloré par l'iode, l'eau ne paraît-elle pas colorée à l'œil nu? Eh bien! ces grains colorés sont à l'œil nu, ce que les grumeaux infiniment petits sont à l'œil armé du microscope. Au reste, ce que nous disons ici de la coloration de la substance soluble de la fécule par l'iode, s'applique en général à toute autre substance colorante, et il faut admettre en principe, que toute dissolution dans l'eau ou dans tout autre menstrue incolore est incolore; et qu'au contraire toute coloration d'un liquide auparavant incolore indique une suspension.

950. Dans le cours de mes recherches relatives à l'amidon, j'ai rencontré bien des faits que j'ai omis de publier, parce que l'explication m'en semblait trop facile, et que je comptais beaucoup sur mes lecteurs. C'est un tort dans lequel tombent tous ceux qui poussent un peu loin leurs recherches; car il arrive tôt ou tard que ces faits, qui nous semblent d'une si petite importance, reviennent tôt ou tard à la science, sous un appareil plus solennel, faute d'avoir été une fois réduits à leur juste valeur par une phrase. Il nous faudra aujourd'hui plus d'une page, pour expliquer un fait semblable, que nous avons oublié de mentionner dans notre première édition.

Je m'occupais, en 1828, d'étudier l'action de l'iode sur la fécule, sous l'influence de l'ébullition; j'opérais dans une cornue en verre d'un litre à peu près de capacité; la coloration en bleu disparut dès les premiers instants, non pas faute d'iode, car après trois heures d'ébullition il s'en dégagait encore en si grande abondance, que le vent de la cheminée ayant rabattu, je n'aurais certainement pas manqué d'être empoisonné par les vapeurs, si la vapeur d'iode agissait sur tout le monde, comme un pharmacien de la capitale annonçait que cette substance avait agi sur lui (\*); la chandelle s'étei-

ertion que je réfutai par cette expérience, dans le *Journal de médecine*, tom. CIII, juin, p. 337; car, après avoir été si longtemps dans ce foyer d'infection, je ne ressentis pas d'autre incommodité qu'un arrière-goût d'iode; j'avais un verre d'eau alcalisée avec une larme d'ammoniaque, et je passai une excellente nuit.

sentis pas d'autre incommodité qu'un arrière-goût d'iode; j'avais un verre d'eau alcalisée avec une larme d'ammoniaque, et je passai une excellente nuit.

gnait dans ce nuage de vapeurs. Par le refroidissement, le liquide, incolore pendant l'ébullition, reprenait la couleur bleue qui caractérise la réaction de l'iode.

Or, d'après tout ce qui précède, il sera facile de concevoir le mécanisme de l'influence de la chaleur sur ce phénomène de coloration. En effet, l'iode a encore plus de tendance à se volatiliser que d'affinité pour les tissus organiques. Abandonnez à l'air et à la température ordinaire de la féculé intègre colorée par une solution aqueuse d'iode, la féculé tombera au fond du vase, sous forme d'une poudre bleue et insoluble; décantez l'eau, et laissez évaporer les molécules aqueuses qui imbibent le précipité; par suite des progrès de la dessiccation, la couleur bleue passera, par une série de dégradations, à la couleur violette, puis marron, puis rouge de brique, puis jaune; et au bout d'un mois, la poudre féculente aura repris sa primitive blancheur. Que si alors vous mouillez le précipité, il arrivera fréquemment que vous raviverez une couleur bleue assoupie dans les interstices des molécules de féculé, qui restait sans action, faute d'un dissolvant, et qui ne s'évaporerait pas, faute de trouver un passage, à travers les parois qui l'emprisonnaient. Ainsi à froid, l'iode qui s'était d'abord porté sur la surface des grains de féculé et qui les avait revêtus d'une couleur bleue d'une plus ou moins grande intensité, à froid même l'iode s'en détache peu à peu, et se volatilise.

L'action de la chaleur accroît nécessairement cette tendance; la volatilisation de l'iode sera donc presque instantanée, dès les premières impressions du feu; car l'intensité d'une influence abrège la durée de son action. En conséquence, l'iode se détachera de la surface des grains de féculé, pour se redissoudre dans le liquide, et ensuite pour s'évaporer avec lui. Si on laisse refroidir le vase, l'iode se reportera nécessairement sur la féculé, comme le fait toute solution aqueuse de cette substance métalloïde; à froid la féculé se colorera de nouveau en bleu, pour se décolorer de nouveau à chaud, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'iode dans le liquide. On remarquera même que la coloration en bleu offrira d'autant moins d'intensité, que l'on aura soumis plus de fois le liquide à l'ébullition.

Que si, au lieu de porter le liquide à l'ébullition, vous l'arrêtez à 90°, il est évident que vous ferez durer plus longtemps les alternatives de coloration et de décoloration, puisque l'énergie de la volatilisation d'une substance est en raison de l'intensité de la chaleur.

Les éléments de cette explication saisir, se trouvaient disséminés à travers nos expériences sur la féculé; ils ont été la sagacité des observateurs qui sont venus à nous; car nous avons vu ce phénomène de coloration se présenter, avec tout l'appareil d'une découverte inexplicable, en 1833 (\*).

Il ne faut pas perdre de vue qu'un grain d'iode est enlevée par les sels que peut contenir l'eau la plus pure en apparence, par l'amidon le mieux lavé est dans le cas où il se trouve sur la surface de ses grains, enfin, qu'une partie, comme nous l'avons fait observer longtemps, est transformée en acide hydriodique, en se combinant avec l'eau; ce que l'on reconnaît en ajoutant du liquide d'une goutte de solution de fécule; cela remettra l'iode en liberté, lequel se recombina avec l'amidon et le colorera en bleu.

951. « On peut toujours obtenir la couleur bleue, en traitant l'amidon avec un excès d'iode, DISSOLVANT le composé dans un acide végétal (Thénard). — L'acide concentré dissout l'iodure d'amidon; mais que l'acide étendu; mais la dissolution par le premier est brune et devient bleue quand on l'étend d'eau, tandis que la dissolution dans l'acide affaibli est bleue. (Thénard, 1852.) »

952. La potasse, ainsi que tous les alcalis, enlève à l'amidon intègre l'iode qu'il contient pour former avec lui des hydriodates. Si on fait cette opération le dégagement de calorique est très grand; les grains de féculé éclateront, les légumineuses se dissolvent en suspension, et la féculé partiellement dissoute en rendant le liquide opalin. Si on fait le dégagement de calorique est très grand la féculé restera au fond du vase, mais elle sera blanche et avec sa première blancheur; l'acide libre ensuite s'emparera de l'alcali; l'iode en liberté se reportera sur la féculé et la colorera de nouveau. Si cet acide produit lui-même un dégagement de calorique pour faire éclater les grains de féculé la seconde hypothèse, n'aurait pas lieu; s'ensuivra qu'au lieu d'une poudre colorée au fond du vase, on aura un liquide plus coloré que la première fois, vu que l'iode aura à exercer son action non plus sur les légumineuses seules, mais sur les légumineuses et sur la substance s

(\*) *Journal de pharmacie*, tom. IX, pag. 450,

tre jamais jusqu'à la substance ren-  
e tégument, tant que celui-ci ne s'est  
par le broiement ou distendu dans  
La même intensité de couleur aurait  
avec l'aide d'un acide très-étendu  
tasse avait déjà fait éclater les grains  
les décolorant. Il est inutile d'ajouter  
deux derniers cas, si l'on a soin de  
bouché, les téguments ne tarderont  
piter, sous forme d'une poudre bleue,  
e tasserà jamais comme le ferait l'a-  
e coloré par l'iode.

on de l'acide sulfurique sur la colora-  
ndu iodure d'amidon, tient absolu-  
e ordre de phénomènes. S'il est con-  
grains de fécule éclateront, et la  
a plus intense que si l'acide avait été  
elle sera double dans le premier cas  
is le second. Or un bleu intense est  
rence.

de Saussure ayant abandonné à lui-  
amidon de froment réduit en empois,  
l'air libre, ou à une faible quantité  
un flacon bouché à l'émeri, et cela  
eux mois et même un an, a reconnu  
ette fermentation spontanée, l'amidon  
sformé en 1° sucre, 2° amidine,  
, 4° ligneux amylacé, 5° ligneux  
arbons, 6° amidon non décomposé,  
nolle; et il a donné sur toutes ces  
des nombres précis, même avec des  
Il désigne sous le nom d'AMIDINE,  
nce qui se colorerait en bleu par  
s qui ne se dissoudrait en toutes pro-  
ins l'eau qu'à 60°, qui ne formerait  
lée avec l'eau bouillante, et dont la  
dans la potasse ne serait pas vis-  
tte substance, obtenue après certains  
une suffisante dessiccation, serait  
d'un blanc jaunâtre, très-friable, en  
irréguliers, sans odeur, sans saveur.  
drait, d'après lui, en jetant l'amidon  
r un filtre, le lavant, le faisant re-  
dans l'eau bouillante, et filtrant de  
e LIGNEUX AMYLACÉ s'obtiendrait de  
menté, en traitant le résidu non at-  
l'eau bouillante, avec dix fois son  
lessive de potasse contenant  $\frac{1}{12}$  d'al-  
ant de l'acide sulfurique faible à la  
r en précipiter le LIGNEUX AMYLACÉ,  
sente alors sous forme d'une légère  
ne, qui bleuit par l'iode, qui s'ag-

» glomère et devient noire par la dessiccation,  
» et présente à l'état sec une cassure brillante et  
» vitreuse. Le charbon forme le dernier reste, sur  
» lequel l'eau, l'alcool, l'acide sulfurique, la po-  
» tasse ont été sans action.» (*Thénard, Despretz, Berzélius* reproduisent et adoptent ces résultats si compliqués, et que nos expériences vont faire ren-  
trer, de la manière la plus facile, dans la classe  
des illusions et des doubles emplois; cependant  
Berzélius n'a pas pu résister au besoin de puiser  
dans nos travaux précédents une explication  
qu'il a du reste altérée, au sujet du LIGNEUX  
AMYLACÉ. (*Traité de chim.*, art. *Amidon*, t. V,  
p. 204.)

955. Nous avons dit que, si l'on a la simple pré-  
caution de jeter une goutte d'alcool dans l'amidon  
traité par l'eau bouillante, ou, ce qui revient au  
même, si on a lavé à l'alcool la fécule, afin de la  
dépouiller des substances étrangères et résineuses,  
qui pourraient adhérer à sa surface, sa métamor-  
phose en acide caséique n'a pas lieu. Il en est de  
même lorsqu'on l'expose au contact de l'air, sous  
forme d'empois épais, et que les téguments tassés  
ne sont point surmontés d'une grande couche  
d'eau (927). Or, voici ce qui est arrivé dans les  
expériences compliquées de Saussure.

956. Je ne parlerai pas de la résine, que l'auteur  
n'a certainement trouvée que dans l'amidon de  
froment, qui n'est jamais susceptible d'être obtenu  
à un aussi grand état de pureté que l'amidon de  
pomme de terre. Je reviendrai sur cette circon-  
stance, en parlant de l'analyse des farines.

957. Les téguments se subdivisent à l'infini; et,  
en fournissant de l'acide carbonique et de l'hydro-  
gène, aux dépens de leur tissu, ils deviennent de  
plus en plus rigides; l'empois deviendra donc de  
plus en plus liquide et moins collant. Une longue  
ébullition produit sur la fécule, sous ce rapport,  
le même effet que la fermentation, en subdivisant  
à l'infini ses téguments.

958. Le sucre, obtenu par Saussure en assez  
grande quantité de l'amidon du froment, existait  
en partie dans la farine; car il est impossible qu'une  
quantité considérable de ce sucre, pendant la durée  
du procédé des amidonniers, n'ait pas adhéré à la  
surface des grains intègres, et ne se soit pas em-  
prisonnée, soit dans les téguments qu'a déchirés  
la meule ou la chaleur provenant de la fermenta-  
tion du gluten, soit entre les divers grumeaux si  
tenaces de cet amidon. Outre cette portion préexis-  
tante du sucre, il s'en produit dans l'empois de  
froment, qui ne se produirait pas dans l'empois de  
fécule de pomme de terre, à cause du gluten qui



existe en grande quantité dans le premier et qui manque dans le second; car la fermentation du gluten, qui enfante de l'alcool quand on l'associe avec le sucre, peut produire du sucre, associé aux produits et aux éléments de l'empois. Enfin nous pouvons assurer d'avance que, sous tous ces rapports, chaque expérience donnerait des nombres considérablement différents les uns des autres. Venons à l'AMIDINE et au LIGNEUX AMYLACÉ.

959. On peut obtenir l'AMIDINE de Saussure, immédiatement après l'ébullition de la fécule dans un grand excès d'eau. Si l'on jette l'empois sur un filtre multiple, la substance soluble passera limpide, et les téguments resteront sur le filtre; en les soumettant de nouveau à l'ébullition, les filtrant de nouveau, et enfin en les desséchant convenablement, on les obtiendra à part avec tous les caractères que leur assigne Saussure (913); car leur dissolution dans l'eau à 60° n'est qu'une suspension, et leur dissolution dans la potasse ne sera pas visqueuse, vu que la substance gommeuse ne sera plus là pour agglutiner les téguments contre eux. L'erreur de Saussure, erreur qui était plutôt le fait de la science que celui de la négligence de l'auteur, serait impardonnable aujourd'hui.

960. Le LIGNEUX AMYLACÉ est évidemment le produit de l'analyse et non celui de la fermentation; car Saussure, pour l'obtenir, a traité le résidu qui refusait de se dissoudre dans l'eau à 60°, d'abord par de l'eau chargée de  $\frac{1}{12}$  d'acide sulfurique qui en a dissous une partie à l'aide de la chaleur, puis le dernier résidu par la potasse caustique, et par l'acide sulfurique étendu, afin de le précipiter de l'eau alcaline; et le LIGNEUX amylacé s'est présenté sous la forme d'une poudre jaune, bleuisant avec l'iode, s'agglomérant, devenant noire par la dessiccation, et présentant à l'état sec une cassure brillante et vitreuse. Le résidu, sur lequel a opéré Saussure, se composait évidemment de ces gros grumeaux, qui se forment toutes les fois qu'on jette dans l'eau bouillante la fécule en trop grande quantité, et sans l'avoir préalablement délayée dans de l'eau froide; ces gros grumeaux refusent de se tenir en suspension, comme le font les téguments isolés, à cause de leur pesanteur spécifique, et ils renferment toujours dans leur sein une certaine quantité de grains intègres qui ont été protégés, contre l'action de l'eau bouillante, par la couche plus ou moins épaisse des téguments soudés entre eux, qui les recouvre de toute part; car

pour que les téguments de la fécule laissent la substance soluble, il faut non-seulement la chaleur, mais encore la présence de voyons-nous que Saussure a retrouvé cinq expériences, 3, 4, 5 et même 9 pour le amidon non dissous. Ensuite la potasse altère les téguments à l'aide de la chaleur; elle altère le ligneux même; l'acide ajoute encore à cet effet; il n'est donc étonnant que le précipité de téguments soit une poudre jaunâtre; d'un autre côté, il est nombreux que soient les lavages sur lesquels m'a été démontré, par des expériences que j'ai plus bas en parlant de l'ulmine, que les téguments de la fécule, ainsi que tous les autres téguments d'organes, soit végétaux, soit animaux, contiennent toujours une certaine quantité des bases et des acides avec lesquels on a traité leur tissu. Donc vous soumettez le précipité restant à la chaleur de la dessiccation, l'action de la potasse et des acides sur leur tissu sera encore plus forte que dans la première circonstance, et sera telle même qu'une grande quantité de téguments qui avoisinera de plus près les parties solubles, se réduira en grumeaux plus ou moins petits. De là deux ordres de substances chimiques: le LIGNEUX AMYLACÉ (téguments charbonnés, mais se colorant encore avec l'iode) et le CHARBON proprement dit (téguments fait charbonnés et ne se colorant plus avec l'iode). Mais il est nécessaire de faire remarquer que si l'on veut répéter les expériences de Saussure, on obtiendra, en suivant la marche de l'analyse, un aussi grand nombre d'amidines amylacées, etc., qu'on variera les circonstances des procédés de l'opération (63).

961. La substance soluble ayant conservé de la faculté de se colorer en bleu avec l'iode (928), elle apparaît, dans les expériences de Saussure, sous la forme d'une gomme.

962. En conséquence, dans les expériences de Saussure, la seule substance que la fermentation ait introduite dans l'empois, c'est une certaine quantité de sucre; la seule qu'elle n'ait pas introduite, c'est la substance colorable par l'iode. La substance soluble; toutes les autres y étaient les premiers jours de l'expérience, mais elles eût retrouvées comme un mois, deux mois, un an après.

*tion des théories classiques officielles, qui ont suivi la édition de cet ouvrage.*

Le inattendu du *Nouveau système unique* réveilla la colère académique. Depuis quelques années, semblait fatiguée de la lutte et impuissante ; l'auguste assemblée pensait du son silence était un anathème et un acte de proscription, et que tout le monde était sur un fait, lorsqu'elle n'en pouvait rien dire. Mais les temps étaient bien changés. Venait de souffler sur toutes les dogmatiques ; la science, que ces messieurs si bien d'aventure, qu'ils l'empêchaient d'accomplir le moindre pas en avant, se trouvait émancipée, comme tant d'autres ; et, profitant d'un instant de panique à ses pontifes, se mit à courir à l'assaut, en langage fort intelligible, avec elle, ce qui fit que le *nouveau système* fut connu de tous les connaisseurs partout et fut accueilli avec une impartialité non académique. Elle s'émoussa à ce succès, dont les fonds n'avaient nullement fait les frais ; elle fit hâte après cet enfant de la nature, à l'adopter, de l'enrichir et de le rendre impérissable. L'enfant, sans hésiter, répondit à la puissante dame : « Or, et laissez-moi ma bonne et rustique nature, dont le lait m'a rendu fort, et dont le miel m'a rendu fier, dont la sagesse ; allez prendre vos académiciens et votre enfant court encore, gagnant des médailles. »

La main se trouve au dos de l'amitié ; elle-ci, il vous tourne de l'autre. Ce que personne n'avait entendu, ce fut un tapage d'ensemble, je dirais de commande, ou un tapage de concert. Ce livre j'avais à envisager mon autre point de vue que le point de

commença l'attaque, par un rapport commandé de par l'auguste conseil d'ensemble des travaux qui avaient pour objet l'étude des féculs. Il fut au travail, avec l'ardeur d'un homme à gages personnels à venger ; il adressa à la fécule les duretés adresses à un gras. L'honorable rapporteur à tous les bouts de note les plus

ignorés et les plus insignifiants, élevant, c'était la consigne, ce qui était abaissé, afin de mieux abaisser ce qui était élevé. Mais il paraît que, dépassant les pouvoirs de la commission, il avait étendu son privilège jusque sur les travaux de ses illustres confrères ; d'où il advint que la lecture du rapport souleva un orage, à la suite duquel le rapport fut soumis à la censure, dans le but d'en retrancher les malices qui s'y trouvaient à l'adresse des académiciens. Après avoir subi toutes ces coupures, le travail parut dans les *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, 1834, où nous renvoyons ceux de nos lecteurs qui auraient quelques instants à perdre.

966. Pendant que le rapporteur se livrait à ces recherches, la table des matières des *Annales de chimie* à la main, l'Académie, impatiente, essayait d'un autre genre de malice, qui, jusqu'à ce jour, s'est trouvé tout aussi innocent que le premier. Crainte que, malgré le soin que l'on prenait de noyer la nouvelle théorie dans un déluge de notes et de citations, celle-ci ne vînt encore au-dessus de l'eau, on s'apprêta à l'écraser sous le poids d'une priorité authentique. On annonça, avec tout l'éclat de la publicité hebdomadaire, que Leeuwenhoek, bien avant 1696, avait déjà découvert en entier la nouvelle théorie sur la fécule ; ce qui fit dire à un mauvais plaisant, que les académies ne se rendent à l'évidence qu'après cent cinquante ans d'oubli ; car, dans aucun livre de chimie, le nom de Leeuwenhoek ne se trouvait cité au sujet de la fécule ; et les livres de chimie n'avaient cessé de raisonner de la fécule, dans un tout autre sens, que celui dont l'érudition un peu tardive de l'Académie venait tout à coup de lui faire honneur. Voici comment Biot s'en exprimait dans la séance du 5 novembre 1832 : « Leeuwenhoek a vu que le grain d'amidon se compose d'une *vésicule* et d'une *substance soluble* qui en est la partie nutritive, puisque, dans le canal intestinal des animaux, on ne rencontre plus que des coques ou vésicules ; il a démontré l'existence de cette organisation, en soumettant de la fécule à l'action de la chaleur dans l'eau, il s'est convaincu qu'il sortait, de chaque grain, quelque chose de soluble également dans l'eau et dans l'alcool. » Les journaux politiques et scientifiques répétèrent tous textuellement cette citation ; et, sous le manteau de Leeuwenhoek, la découverte fut regardée comme incontestable ; il n'y avait en effet qu'un nom proscrit qui s'opposât à son adoption. Nous demandons à nos lecteurs la permission de confronter la traduction académique avec le texte de

l'original; peut-être en résultera-t-il, pour les latinistes, la preuve qu'on peut être académicien, professeur et même pair de France, sans trop connaître le latin, ce qui n'est certainement pas un grand défaut, quand on ne se mêle pas de vouloir l'expliquer à des élèves.

1° *Latin de LEEUWENHOECK traduit par l'Académie.*

967. 1° Pour que Leeuwenhoeck eût été dans le cas d'étudier l'organisation de la fécule, il aurait fallu que, de son temps, on eût connu une substance nommée fécule, ou isolée comme la fécule, quoique portant un nom différent. Mais, de son temps, on connaissant la farine, qui était alors une unité chimique; et ce n'est que depuis Beccari qu'on a constaté, que la farine se composait de deux substances principales insolubles dans l'eau froide, le gluten et la fécule, et ensuite de gomme, de sucre, d'huile, de sels, sans parler du son, plus ou moins divisé, qui se rencontre en assez grande quantité dans les farines les plus pures. Du temps de Leeuwenhoeck, tout ce mélange assez compliqué s'appelait farine, *farina* (\*); et l'auteur hollandais se servait de ce nom. Pour l'observer au microscope, il se contentait d'en placer une parcelle au microscope, et tout ce qu'il apercevait isolé, il le désignait sous le nom de *particulæ farinariæ*, *globuli farinarii*, *farinacea substantia*, ou bien *farinulæ* tout simplement. Il rencontrait ces globules, ces farinules, non-seulement dans les céréales desquelles on a extrait après lui l'amidon, mais encore dans tous les organes qui peuvent se réduire en farine, et chez lesquels aucun chimiste n'a jamais constaté la présence de la plus minime quantité de fécule; par exemple, dans les semences du nédier (\*\*) (*quod semen nos*, dit-il, *lapides mespili nominamus*) dans celles des crucifères (\*\*\*) (*Chærophyli observavi semen... ut farinacea substantia*, etc.) Or, dans ces dernières substances, les *farinulæ* sont des globules oléagineux. Ainsi Leeuwenhoeck confondait dans la même observation les substances les plus hétérogènes. En admettant donc que Leeuwenhoeck eût reconnu la structure de certains de ces granules, comment aurait-on pu prouver que ce qu'il avait vu au microscope se rapportait à la fécule, que dans la suite on isola en grand? Si cela était facile, pourquoi MM. de l'Académie ne l'ont-ils pas constaté?

Pourquoi ont-ils pris si longtemps, peaux, des corps dont Leeuwenhoeck la structure d'une manière si exacte? à quoi a-t-il fallu dix ans d'une opinion, afin de leur faire adopter une trouvait consignée avec tant de clarté dans un livre si répandu et si souvent feuilleté que nos expériences ont mis chacun reconnaître la fécule dans une farine au microscope, il est évident qu'on n'a eu peine à la reconnaître sur les figures qu'un observateur aurait faites de la fécule, la découverte de l'amidon? Mais ces figures n'ont rien découvert que ce qu'on avait déjà découvert. Vous dites que les globules qu'il figurent l'amidon; mais pourquoi pas des globules de gluten, des globules mêlés de gomme, enfin des globules oléagineux, qui, pour lui, sont des globules de farine? Vous qu'auriez-vous répondu, si on vous avait posé ainsi la question? vous auriez fermé la question vous payant de l'adage d'alors, qu'au microscope il y a beaucoup d'illusions dont on ne doit pas prendre compte; et vous seriez retournés à l'usage pour précipiter et filtrer, et pour obtenir des cristaux, venus de je ne sais où, formés, vous n'auriez su comment. Leeuwenhoeck a découvert ce que, avant lui, on n'avait pas découvert; vous n'auriez jamais pu reconnaître la structure de la fécule. Dans ce livre, il faut admettre alors que Leeuwenhoeck n'a pas découvert l'azote, parce qu'avant lui, on n'avait pas découvert que la combustion du charbon asphyxie; on admette que Papin n'a pas signalé la vapeur, que Watt ne l'a pas transformée en machine à vapeur, parce que chacun avait eu plus de raison d'observer que la vapeur d'eau s'échappait des couvercles de la marmite; enfin, il faut admettre que Beccari n'a pas découvert le gluten, parce qu'il a été impossible à ce dernier de le découvrir dans la farine des céréales sous les yeux, et que son insu et malgré lui, du gluten et de la fécule. Pauvres académiciens, qui ont ordonné l'ouvrage d'un homme avec de tels subterfuges. Voilà le subterfuge, et examinons avec la plus savante académie du monde la structure de la fécule en latin.

2° Leeuwenhoeck n'a point reconnu la structure et la composition du grain qu'il a vu, c'est par une série inexplicable d'hallu-

(\*) *Epist. physiologicæ*, in-4°, 1719. Delphis ep. 29, p. 232.

(\*\*) *Arcana naturæ*, epistola. 74, pag. 331 et 332. —

*Continuatio epistolarum*, Lugduni Batavorum.

(\*\*\*) *Ibid.*, pag. 35, ligne première.

ur lui a prêté sur ce point une opinion  
 e première lettre, l'auteur avait, découvert (\*) que chaque globule, qu'il sous le microscope, en examinant la tte. était muni d'un vaisseau (*vasculo*), par lequel la matière plastique venait ur aller composer d'autres globules (*per trusio ad plures partes conficiendas* *est*). Or, veut-on savoir ce que c'est que u? c'est tout simplement l'effet de clair-ela réfraction et la diffraction des rayons produisent, sur les globules hyalins ob-microscope, en sorte que Leeuwenhoeck trouver ainsi trois ou quatre vaisseaux s sur la bulle d'air plongée dans l'eau tre pl. 9, fig. 8 f'). D'après Leeuwen-est par ces perforations vasculaires que les étaient enchainés entre eux (*esse* (\*\*).

rd, Leeuwenhoeck se demande (\*\*\*) si les de farine ne seraient pas enveloppés, sont toutes les semences, d'une mem-ielconque (*membranulâ quâdam sint*). Mais, ajoute-t-il, je désespère de pou-uis rendre ce fait accessible à mes yeux *oculis meis unquam manifestandum* (*confido*); cependant plus bas il arrive à ar induction, que chaque globule était tout n vêtu d'une enveloppe (*cuticulâ*) (\*\*\*\*), rain de froment lui-même; et, pour con-analogie, il conclut que cette enveloppe enfonce dans la substance, comme chez de céréales, et que dans cet enfoncement inal existe une solution de continuité, *missure* (*commissurâ quâdam conjun-* comme sur le grain de froment. Or, cette ure, cette solution de continuité est un le grain de froment et sur le grain de fé-hez le grain de froment c'est un enfonce-oduit par la pression du rachis; et, sur le : fécule, le feu seul et à sec. est capable de e la fente que Leeuwenhoeck a figurée avec lité sur les globules qu'il observait, figu-13. Jusque-là il n'y a qu'une induction fon-des illusions; or une découverte ne se as sur des aperçus illusoire.

ais Leeuwenhoeck va plus loin, et il entre-e soumettre au feu, sur une lame de verre,

des globules de farine de froment nageant dans une goutte d'eau; et que découvre-t-il? il découvre que les globules s'aplatissent comme des gâteaux (*figuram adsciscunt planam et figuræ liborum assimilem*) (\*\*\*\*\*). Il répète plusieurs fois cette expérience sur diverses farines, il rencontre les mêmes figures et les fait dessiner; ce sont toujours des gâteaux et rien de plus; et ces gâteaux, dit-il, s'affaissent par le retrait de la commissure de la cuticule, ce qui est toujours le résultat d'une hypothèse. C'est alors, dit-il, que se montre bien, dans le centre de chaque gâteau, une protubérance, indice, d'après lui, du canal par lequel le suc nourricier a filtré des uns aux autres. Or, ici, ce canal imaginaire est encore un simple effet de réfraction. Ainsi l'eau chaude ne fait qu'aplatir, affaïsser, élargir ces globules de farine d'après Leeuwenhoeck; et c'est là ce qu'on se donne le plaisir d'appeler la découverte de l'organisation de la fécule, substance dont Leeuwenhoeck n'avait pas même pu soupçonner l'existence et la nature.

4<sup>e</sup> Mais, disent les traducteurs, Leeuwenhoeck a vu que ces globules abandonnent quelque chose à l'eau et à l'alcool.

Or, premièrement, si Leeuwenhoeck avait vu quelque chose de semblable, il aurait mal vu; car la fécule n'abandonne rien à l'alcool. Mais cette version tient encore au point de vue qu'on a pris, pour interpréter la pensée de l'auteur; on s'est imaginé que Leeuwenhoeck, au lieu de soumettre à ses observations un mélange de gomme, sucre, résine, huile, fécule et gluten, mélange que nous nommons farine, n'avait eu sous ses yeux que de la fécule pure, comme l'est la fécule de pomme de terre que Leeuwenhoeck ne connaissait pas. Or, voici ce qu'affirme Leeuwenhoeck : *Cum hisce occuparer, adverti aliquid materiæ a FARINA transisse in aquam... pro aquâ adhibui spiritum vini, et... comperi aliquid materiæ à farina discessisse* (\*\*\*\*\*); il n'ajoute pas un mot de plus; et le traducteur, au lieu de traduire le mot *farina* par *farine*, le traduit par globule d'amidon. Mais Leeuwenhoeck établit une espèce de différence entre la farine et les globules qu'il appelle *farinari globuli*, *farinula*; et ici il ne cherche nullement à déterminer l'origine de ce que l'eau et l'alcool ont pris à la farine. Or, dans une substance aussi compliquée, par quelle complaisance d'interprétation

*reus naturæ*, ep. 74, p. 332, 1695, fig. 20 H.

*id.*, p. 333.

*physiolog.*, ep. 26, pag. 235.

(\*\*\*\*) *Epist. physiolog.*, ep. 26, pag. 236.

(\*\*\*\*\*) *Ibid.*, pag. 239.

(\*\*\*\*\*\*) *Ibid.*, pag. 242.

attribuerait-on aux globules, dont Leeuwenhoeck ne s'occupe pas, une dissolution qui peut provenir du sucre, de l'huile, de la résine et même du gluten de la farine, toutes substances également solubles dans l'eau et dans l'alcool ?

5° Enfin, on nous dit encore que Leeuwenhoeck a réellement découvert que la substance soluble de la fécule en était la partie nutritive, puisque, dans le canal intestinal des animaux qui vivent de farine, il a trouvé des coques de ces globules. On est bien malheureux, quand, pour appuyer un triomphe d'amour-propre, on est forcé de tomber dans tant de contre-sens ! Leeuwenhoeck n'a rien dit, n'a rien vu d'analogue ; il est facile de le démontrer par les passages.

« J'ai voulu, dit-il, rechercher par quel moyen les grains de farine (*farinulæ*) (\*) se résolvent en aliments (*resoluntur*) dans le corps des animaux ; à ce sujet j'ai soumis à mes investigations microscopiques les excréments des animaux qui se nourrissent de farineux, par exemple ceux des colombes, et j'y ai trouvé une grande quantité de globules de farine (*magnam farinularum copiam*), en outre des paquets entiers et intègres de farine (*integros solidosque farinæ fasciculos*) et enfin beaucoup de MEMBRANULES VIDES DE LEURS GLOBULES de farine (*multæ membranulæ... farinulis suis vacuæ factæ*). » Le traducteur a pris le *membranulæ* pour ce que j'ai nommé *téguments de fécule*, et le *farinulis* pour ce que j'ai nommé *substance soluble* de la fécule. Cette traduction est large et un peu libre ; car, si l'on avait voulu lire plus attentivement, on aurait vu que, par *membranulæ*, l'auteur désignait des sacs glutineux remplis de grains de fécule, sacs qu'il a figurés d'après les pois et autres farineux, fig. 11 et suivantes, et que j'ai figurés à mon tour sur la pl. 6, fig. 19. Mais il n'y trouve pas même un grain affaissé en gâteau.

Je ne perdrai pas mon temps à faire ressortir la nullité des preuves, par lesquelles l'auteur admettait que les granules, qu'il observait dans les excréments, étaient identiques avec ceux qu'il avait observés dans la farine ; je ne hasarderai pas la supposition infiniment probable que les sacs, qu'il retrouvait dans les excréments, pouvaient bien être des fragments de la muqueuse des intestins ou de tout autre organe ; car la farine des céréales ne se désagrège pas, comme celle du pois, en sacs semblables. Il me suffit d'avoir prouvé que jamais

il n'est venu dans l'esprit de Leeuwenhoeck rencontrer, dans les intestins, rien d'analogue à l'organe qu'il n'avait jamais soupçonné, nous avons appelé *tégument* de la fécule.

Leeuwenhoeck était tellement éloigné de penser que chaque grain renfermât une substance nutritive, qui seule eût été nutritive, qu'il ne savait même expliquer le passage de ces globules dans le corps des animaux par la muqueuse. *Nec satis capiebam quâ ratione tantum transire potuisset in corpus gallinarum omnino erant adultæ.*

6° Voilà donc à quoi se réduit cette annonce faite avec une espèce de solennité à l'Académie et reproduite sur parole par les feuilles publiques. Leeuwenhoeck a vu les globules de farine, et non de la fécule ; il les a vus, comme il avait vu les globules du sang.

Il a présumé que chaque globule de farine revêtu d'une écorce, comme le grain de fécule, et que cette écorce était perforée par un canal, et a pensé que, dans l'eau chaude, chacun de ces globules ne faisait que s'affaïsser en forme de gâteau.

Mais supposez maintenant que je me fusenté au public avec de pareilles observations, voulant en faire l'application à la nutrition, j'eusse avancé, sans autre preuve, que ces globules de la farine étaient de l'amidon, comment aurait-on accueilli ? On ne se serait pas fâché, on aurait ri ; et en vérité cela n'eût pas mérité un accueil plus sévère.

968. C'est là ce que nous disions dans la première édition de cet ouvrage ; nous ne l'avons pas reproduit dans celle-ci, si ces modifications n'avaient reçu ordre de se rendre à l'évidence de nous dispenser de leur donner cette petite correction de latinité. Mais tel n'est pas encore leur but. Bénévole lecteur, prenez-vous-en de nous, mais ne nous faites pas de reproches. Bénévolence à la docte Académie ; et passons à d'autres réfutations, moins philologiques, mais non moins curieuses.

## 2° Dextrine et Diastase.

969. Nous réunissons dans le même chapitre deux substances pseudonymes d'une nature commune, parce qu'elles ont une commune origine et de date qui ne permet point à la philosophie de la science de les séparer ; l'histoire s'enchevêtre dans l'histoire de l'autre, et que la réfutation ne saurait en scinder

(\*) *Epist. physiol.*, ep. 26, pag. 247.



ne se jeter dans la confusion des réticences doubles emplois. L'importance de ces notions nominales est tout académique et futile; c'est la seule considération qui commande à notre attention et qui en motive. S'il n'existait pas une Académie des sciences constituée comme la nôtre, il est certain qu'un auteur, quelque ordre impérieux qu'il eût reçu, n'aurait osé, à chaque séance, se jouer de la science, de la raison, de l'attention des auditeurs, par les lectures les plus radicales, et les moins sérieuses; on n'aurait vu un membre de l'assemblée, comme un homme heureux dans l'exploitation d'un état particulier de teinture, recommander une découverte académique à l'industrie et aux capitalistes, une invention qui n'avait de nouveau que le nom, et que le prétendu inventeur se gardait bien de divulguer pour son propre compte. Nos réactions sont sévères sans doute; mais on ne manquera d'en reconnaître la justesse, après avoir fait les explications. Quand les académies se mêlent au charlatanisme industriel, force sera bien de ne pas nous attaquer seulement au caractère scientifique (\*).

Un déluge des lectures amyliques commença par une note de Biot, note qui avait le mérite de révéler un fait nouveau, un caractère d'un genre, auquel l'auteur eut le tort de donner un nom nouveau. Lorsqu'un rayon de lumière passe par sa réflexion sur un miroir, passe à travers un tube de verre plein d'un certain liquide, qu'on le regarde à travers une plaque minérale perpendiculaire au rayon, on voit qu'il est dévié à droite ou à gauche de la direction qu'il suivait, quand le tube était vide de liquide; on dit alors que le liquide fait tourner, à droite, soit à gauche, le plan de polarisation; la déviation soit à gauche, soit à droite, dépend de la densité du liquide et l'épaisseur du tube. C'est cette propriété reconnue d'abord par Biot, dans le quartz, qui reçut de lui le nom de *polarisation par rotation*, et de Fresnel *polarisation circulaire*. Biot, dans une série de recherches, dont l'application principale fut du 7 janvier 1833, ayant soumise à l'expérience de polarisation circulaire les substances des végétaux, trouva que la substance obtenue par nos procédés (909),

déviât à droite le rayon polarisé, mais avec une intensité triple de celle du sucre, et inférieure seulement à celle du cristal de roche. Dès ce moment, il se crut autorisé à nommer *dextrine*, la substance soluble que nous avions découverte dans la fécule, et à laquelle nous avions donné le nom de *substance soluble de la fécule*, ou celui de *gomme de la fécule*. Il n'entre pas dans nos goûts de soutenir qu'un mot est préférable à un autre, pour désigner une substance nouvelle; le sens de l'outil a ses exigences, comme tous les autres sens, et les terminaisons argentines sont, en général, celles qui flattent le plus agréablement l'oreille. Nous ne défendrons pas ici les expressions qui indiquent une analogie, contre celles dont le mérite est tout entier dans l'euphémisme. Nous nous permettrons seulement de faire remarquer que, si jamais il se rencontre dans la nature organisée un suc qui détourne le rayon polarisé plus à droite que ne le fait la *gomme de la fécule*, on sera forcé de dépouiller cette dernière substance de son joli nom, pour en affubler l'autre; à moins qu'on n'ait la ressource alors des *hypo* et *hyper*, dont on se sert en nomenclature chimique, et qu'on ne dise *hypodextrine* et *hyperdextrine*, comme on dit *hyposulfurique*, *hyperchlorique*. Or, qui oserait établir que cette substance *hyperdextrine* ne se rencontre pas un jour? La théorie cosmogonique de Cuvier est une assez bonne leçon, pour ceux qui font ainsi, en histoire naturelle, leur *siège d'avance*. Nous ne dirons pas plus longuement toutes ces choses; mais nous signalerons, avec plus d'importance, le grave inconvénient qu'offre en philosophie chimique, la création d'un mot, fondée sur le plus ou le moins d'intensité d'un caractère, qui convient à une foule de substances des trois règnes, quoique l'auteur n'ait examiné aucune substance du règne animal. S'il y avait une si grande nécessité, ou une si haute convenance de changer le nom d'une substance, il fallait trouver un nom qui exprimât un rapport naturel.

971. Le mauvais exemple venu de si haut, ne tarda pas à porter ses fruits; et la *dextrine* enfanta, en trois ou quatre séances, l'*amidone*, l'*amidon* grand A, l'*amidon* grand B, l'*amidon* petit a, l'*amidon* petit b, l'*empois* au maximum, l'*amidin*, l'*amidine*, l'*amidin végétal*, etc., etc.; et l'on vit les illustres de la société savante se partager un instant entre ces dé-

Il en reste à ce sujet le *National* du 21 octobre 1833; le *scientifique et industriel du Réformateur*, n. 8, 1, col. 2; n. 28, col. 2; n. 90, col. 7; n. 97, col. 5; etc. — TOME I.

n. 104, col. 1. — Après ce tapage académique, tout finit devant un mot qui n'est pas parlementaire, nous l'accordons; car il dit tout sans périphrase: c'est celui d'*embrouilleurs officiels*.

nominations, Dumas prenant parti pour l'*amidone* grand A et le grand B de Payen, son habile protégé, Chevreul pour l'*amidine* et l'*amidin* de Guérin son élève; et Biot cherchant à reconnaître et à maintenir en son rang sa *dextrine*, au milieu de tant d'appellations rivales. L'étiquette de l'Académie des sciences ne permet à l'amour-propre offensé que l'arme des œillades, et la riposte écrite; mais la société philomathique est le champ clos où se vident ces différends. C'est là que tous les *amido*ns se trouvèrent en présence, dans la séance qui suivit celle du 5 mai 1835 de l'Académie des sciences (\*). Que les champions se soient compris ou se soient fait comprendre par l'auditoire, c'est à ceux qui liront le compte rendu de ces débats à prononcer. Voici, pour nous, ce qui nous a paru de plus intelligible. « Vous avez tort, s'écriait » Payen, de dire que le *sirop de dextrine* est une » denrée de mauvaise qualité. M. Dumas en a pré- » senté un échantillon très-beau à l'Institut; » MM. Thénard, Sylvestre, Darcel, Chevreul, » Clément, ont reconnu au sirop fabriqué par » MM. Fouchard les mêmes caractères que M. Du- » mas. MM. Serres et Magendie ont trouvé que le » sirop de dextrine remplace avantageusement les » sirops mucilagineux. M. Gendrin a également » trouvé dans ce sirop les qualités mucilagineuses » qui devaient adoucir la limonade sulfurique em- » ployée avec succès contre les coliques de plomb. » La propriété hygrométrique du sirop de dextrine » permet de l'employer dans la confection des » rouleaux d'imprimerie, l'encollage des feu- » tres, etc. Il remplace avec économie, dans la » plupart de leurs emplois, les plus belles mélas- » ses de canne, notamment dans la fabrication » des cirages, la préparation des pains d'épice et » de quelques pâtisseries, toutes applications pour » lesquelles la substance gommeuse (*amidone* dis- » soute ou *dextrine*), n'est pas moins utilisée que » le sucre. C'est la dextrine qui donne à la bière » la saveur légèrement mucilagineuse qu'on désire » dans cette boisson; et l'on confectionne, avec » les *sirops incolores* de MM. Fouchard, les » plus agréables bières blanches qui aient jamais » été préparées dans Paris; il est très-probable » qu'on l'utilisera dans plusieurs préparations ali- » mentaires, telles que les chocolats, qui seraient » ainsi plus légers, d'une saveur plus agréable, » et ne présenteraient pas cette consistance vis- » queuse que donne la farine. Dans la boulange-

» rie de luxe, l'emploi du sirop de » son utilité qui est constatée par la » même, et le placement de 5 à 600 p » sorte chez M. Mouchot. » A ces mots transcrivons du *Journal de Chimie* dont Payen était un des collaborateurs, et que nous transcrivons avec d'un courtier d'annonces, à ces mots plaisant s'écria : « Dans un journal *pe puff* vaudrait plus de mille francs. »

972. « Enfin, reprit Payen après cel- » lion malencontreuse, malgré tant d'i » considérées comme utiles par plusie » par d'habiles manufacturiers et un g » bre de commerçants, il n'est pli » qu'on ne pût retarder l'extension ju » pite de ces industries, en essayant » la défaveur sur ces produits nouvea » est difficile d'ÉDIFIER, et facile de dé » un terrain sans cesse ébranlé par u » scientifique et industrielle toujours c. Voilà le mot de l'énigme; ne nous e plus sous ce rapport, et cherchons à noi idée exacte de la filière par laquelle c industriels ont passé pour arriver à c tant de découvertes si importantes, si et si polyglottes. Nous demandons pard de ne pouvoir traiter sans rire un su fique, tout en faisant observer que la f en grande partie au pays lui-même. N prendre notre sérieux, mais nous ne pas d'être laconique; nous avons à réfut des erreurs, il nous faut attaquer des

973. Qu'est-ce que la DEXTRINE de Bi  
C'est la *substance soluble* (909) de isolée de ses léguments; c'est la *subst* meuse la plus pure, à laquelle l'auteur voir donner ce nom, parce qu'elle droite le rayon polarisé, et cela avec un plus forte que celle des sucres végétaux par lui, mais inférieure à celle du crista La DEXTRINE, en passant par les mains et Persoz, a conservé la pureté de son non celle de sa nature; elle n'est dextr nom et d'origine; on en jugera par dans lesquels nous allons entrer, au diastase.

974. Qu'est-ce que la DIASTASE?

C'est un aussi joli mot que la DEXTR il a le malheur de venir du grec, et d actuellement tout le contraire de son ét

(\*) Voyez le *Journal de chimie médicale*, tom. Ier, 2<sup>e</sup> série, p. 281-291.

e ou un pro-  
e imposer un  
dresse à un  
ons, qui lui  
a découverte  
r faire choix  
tre parfaite-  
ne connaît  
e trouve que  
ts, se distin-  
ticulière, et  
étymologie,  
ntraire de la  
us heureuse,  
8). Διζτττττ;  
a chirurgie,  
ase chimique  
e, qui sépare,  
ulation. Or,  
remières lec-  
ndon que la  
lvision, qui  
stase avait la  
nts de la fé-  
, et d'opérer  
, les auteurs  
avaient eu le  
n possédait à  
rever les en-  
e départ des  
ils dans leur  
autant moins  
de l'état de  
opriétés sui-  
soluble dans  
solution est  
n'est point  
lomb; aban-  
en peu de  
à 65 ou 70°  
e le pouvoir  
anément les  
la dextrine,  
i, tandis que  
liquide, sur-  
la densité de  
ient ménagée  
lui retrouve-  
r de rotation  
tient à degré  
outefois, la

» solution de diastase, en présence de la dextrine,  
» peut convertir en sucre cette dernière substance,  
» pourvu que la température ne s'élève pas, du-  
» rant leur contact, au-dessus de 70 à 75° cent.;  
» car si on la chauffe jusqu'à l'ébullition, on perd  
» la faculté d'agir sur la fécule et la dextrine. Ces  
» caractères suffisent pour faire concevoir le pro-  
» cédé par lequel on l'a obtenue.

» La diastase existe dans les semences d'orge et  
» de blé germés, dans les germines de pomme de  
» terre, où elle est toujours accompagnée d'une  
» substance azotée, qui, comme elle, est soluble  
» dans l'eau, insoluble dans l'alcool, mais qui en  
» diffère par la propriété qu'elle a de se coaguler  
» par la chaleur, de ne point agir sur la fécule,  
» et d'être précipitée de ses dissolutions par le  
» sous-acétate de plomb.

» La diastase s'extraît de l'orge germée, par le  
» procédé suivant : une partie d'orge est réduite  
» en poudre, et délayée dans deux parties et de-  
» mie d'eau distillée. Après avoir fait macérer pen-  
» dant quelques instants ce mélange, on le jette  
» ensuite sur un filtre. Le liquide qui en provient  
» est chauffé dans un bain-marie à 65°; cette tem-  
» pérature suffit pour en coaguler la matière azo-  
» tée, qu'on sépare par une nouvelle filtration.  
» Le liquide alors ne renferme plus que le prin-  
» cipe actif, et une quantité de sucre en rapport  
» avec les progrès de la germination. Pour séparer  
» ce dernier, on verse de l'alcool dans la liqueur;  
» la diastase, qui, par le fait de cette addition,  
» cesse d'y être soluble, se dépose sous forme de  
» flocons que l'on recueille, et qu'on dessèche à  
» une douce chaleur. On peut, pour l'obtenir plus  
» pure encore, la dissoudre de nouveau dans l'eau,  
» et la précipiter une seconde fois par l'alcool.

» Pour préparer la dextrine et les liqueurs su-  
» crées, on fait usage d'orge germée, dans la  
» proportion de 5 à 10 pour 100 de fécule. Quand  
» il s'agit d'obtenir du sucre, on soutient la tem-  
» pérature au degré où l'action se prolonge; pour  
» avoir de la dextrine on pousse au terme de l'é-  
» bullition, qui fait cesser toute réaction. »

975. Nous avons pris soin de transcrire textuel-  
lement, afin de n'être pas exposé à mettre en  
saille, sans le vouloir, tout ce que cette annonce  
renfermait de plus curieux, et qui méritait le  
mieux la prime officielle. Discutons maintenant la  
valeur de la découverte.

La diastase de Payen et Persoz se distingue par  
deux propriétés nouvelles dans la science, et  
extrêmement remarquables d'après eux : la pre-  
mière, qui est de faire crever la fécule et d'opérer

le départ des téguments ; la deuxième, qui est de saccharifier la fécule. Or, malheureusement, la première propriété lui est commune avec l'eau la plus pure ; en effet, si on élève la température de l'eau à 65 ou 70° cent. et qu'on y projette une quantité peu considérable de fécule de pomme de terre, les grains éclatent, la substance soluble et gommeuse se répand et se dissout dans le liquide, les téguments s'étendent en se vidant. Si l'on abandonne alors au repos ce mélange, en moins d'une demi-heure tous les téguments se précipitent au fond du vase ; le liquide qui tient la substance gommeuse en dissolution redevient limpide comme l'eau pure ; et, par la décantation, on obtient séparément les deux substances. Une goutte d'eau jetée dans le mélange avant son entier refroidissement, abrège de beaucoup la durée de la précipitation des téguments. Il est évident donc que cet effet appartient en propre à l'eau elle-même, et qu'il se reproduira, que cette eau soit pure ou tenant en dissolution d'autres substances. La diastase n'entre donc pour rien dans ce phénomène ; il paraît seulement que les auteurs de la découverte l'aperçurent pour la première fois, en mêlant l'amidon à une solution de leur diastase, et que, comme ils étaient pressés de lire leur note, ils n'eurent ni le temps ni la pensée de se livrer à des contre-épreuves, dont ils étaient sûrs d'avance au reste qu'à l'Institut, ils n'auraient pas besoin.

976. La seconde propriété, qui consiste à saccharifier la fécule est fort intéressante ; elle est incontestable ; mais malheureusement elle n'est rien moins que nouvelle. Elle revient de droit et sans modification aucune, sous le rapport industriel, à ceux qui ont inventé et perfectionné l'art de fabriquer la bière, et, sous le rapport scientifique, à Kirchoff, qui démontra, par les expériences les plus variées, l'influence qu'exercent, non-seulement les substances glutineuses, mais encore, en toutes lettres, la solution du *malt* d'orge, c'est-à-dire de l'orge germée, sur la saccharification de la fécule. C'est cette découverte qui a donné lieu aux distilleries de fécule ; l'on savait fort bien, depuis cette époque, que la fécule mêlée au gluten ou aux substances analogues était susceptible de donner un excellent sirop, et par

une seconde fermentation, de l'alcool verse dans le commerce ; et les capitalistes l'on a vendu le brevet d'invention de Persoz, auraient pu arguer contre les du sirop de dextrine, de l'article de la loi rentrant dans le domaine public toute découverte publiée préalablement dans les journaux ou les livres de science.

977. Les nouveaux inventeurs n'auraient certainement pas manqué de répondre que la diastase diffère du gluten en ce qu'elle est soluble dans l'eau, tandis que le gluten est insoluble. Ceci demande une explication qui nous empêche d'anticiper sur les développements, mais nous serons forcé d'entrer, en nous occupant de l'histoire du gluten ; mais cette objection était fondée, ne leur conférerait-elle aucun droit de la priorité ; elle les justifierait au moins du plagiat.

978. Le gluten est insoluble dans l'eau pure, mais il est soluble en une certaine quantité dans l'eau saturée d'un acide ou d'ammoniac. Dans la nature organisée si féconde en découvertes, ou acides ammoniacaux, le gluten doit se trouver souvent sous cette forme soluble, et échapper à d'antérieures observations. Au lieu de se nommer *diastase*, avait-il reçu le nom de *gluten soluble* ou proprement dit, d'Einhof et Berzélius, celui de *amidon* par Taddel, celui de *légumine* de Lavoisier et Braconnot. Or, c'est principalement dans la germination que le gluten subit cette apparence trompeuse métamorphose. En effet, nous avons démontré en 1826 et 1827 (\*), que dès que le grain germe, il se produit un acide énergique, l'acide acétique, et que dès lors le gluten perd sa consistance et que le péricarpe devient laiteux ; qu'il se compose peu à peu de gluten dissous dans l'acide et de légumine de substance soluble. Le résultat de l'action du gluten sur la fécule du péricarpe est de former en sucre, puis celui-ci en alcool, puis celui-ci en acide acétique. Les brasseurs ont appliqué la fermentation aux deux premières parties, font germer les grains d'orge jusqu'à ce que la

(\*) Mémoire sur l'orge et le gluten, pag. 23, lu à l'Académie des sciences, le 3 juillet 1826, et imprimé, en 1827, dans les *Mém. du Muséum d'hist. nat.*, tom. XVI. — *Mém. sur les tissus organiques*, 2e partie, § 55, lu le 21 juillet 1826 à la Société d'histoire naturelle et à la Société philomathique, et imprimé en 1827, dans le tome III des *Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*. — Notre idée se trouve textuellement reproduite par Berquerel en 1833 (*Annales de chimie et de physique*,

tom. LII, pag. 258). Colin et Edwards ont annoncé la même découverte des sciences (1er avril 1833), qu'ils s'étaient rencontrés point, avec Berquerel. Il n'est pas permis aux membres de l'Institut d'avouer qu'ils se sont rencontrés avec des hommes hostiles. Nous nous souvenons, d'un autre côté, sept ans auparavant, nos deux mémoires cités nous nous rencontrions, nous aussi, mais seulement avec ces trois auteurs, à la Société philomathique.

; ils dessèchent alors les grains, les réduisent en farine, qu'ils font dissoudre dans l'eau. Cette farine se nomme le *malt*; et la diastase, dont les brasseurs connaissent, par l'expérience, les propriétés sucrifiantes, c'est la *diastase*, la *zymase*, la *amylase*, etc.

Mais cette dissolution ne renferme rien d'une substance immédiate et pure de fécule; et le gluten dissous par l'acide acétique est associé à l'huile également soluble dans le même acide, à la gomme, au sucre, soluble dans l'eau, enfin, à tous les sels qui abondent dans les graines farineuses. La diastase de l'orge n'est donc qu'un mélange plus ou moins compliqué de sucre, de gomme, de fécule soluble de fécule, d'huile, de sels, et de gluten, à qui appartient spécialement la propriété sucrifiante. Quand donc ces auteurs ont voulu produire du sucre par leur diastase, ils ont obtenu de trop la fécule; car l'orge germe, et non le malt, il nous semble, assez, sans y en ajouter, le la pomme de terre; et au lieu d'annoncer qu'ils allaient faire du sucre avec de la pomme de terre et du *malt* de bière, ils auraient dû se vanter d'extraire le sucre tout formé d'avance, par leur concours, dans le *malt* des brasseries. Quelle singulière idée que d'ajouter de la fécule de pomme de terre à la farine des brasseurs, comme si celle-ci n'avait pas assez de fécule! C'est pourtant là de la haute chimie appliquée aux arts et à l'industrie, aux yeux des académiciens commerçants (806), qui se sont élevés dans le domaine de la physiologie des substances qui ne sont que des débris d'organes! etc.

On nous dispensera, sans aucun doute, de nous occuper du procédé par lequel ces messieurs ont obtenu la diastase pure, et le procédé par lequel ils pensent isoler la diastase, bien plus purement que la fécule pure. Tout ceci dépasserait trop la plaine de la chimie.

Nous n'ajouterons pas que nous avons eu l'occasion d'examiner leur prétendue diastase pure qu'ils disent blanche; elle était noire et visqueuse, et recroquevillée comme de la gélatine. Depuis dix ans nous élevons la voix pour prémunir la chimie organique, contre les mélanges naturels; nous étions

on a cru trouver une différence entre son amidine et celle de Biot, en ce que son amidine ne fermente pas avec le *germe* (*diastase* de ses rivaux). Guérin n'a sans doute employé assez de substance soluble, ou il l'aura al-

bien loin de nous attendre à la voir nous répondre, en opérant elle-même des mélanges. afin de se ménager le plaisir de les donner comme des substances pures. Honneur à la chimie académique! elle a un procédé particulier pour avancer!

L'Académie des sciences, et cela par une raison qui n'est pas de la compétence de cet ouvrage, l'Académie des sciences avait accueilli avec trop de faveur la lecture de ces inconcevables idées, pour que les auteurs s'arrêtassent tout court dans une voie qui conduisait, par une pente si douce, à la gloire et au profit. Les productions de cette force affluèrent tous les huit jours au bureau du président; la complaisance obligée de la docte assemblée s'épuisa à la peine; des mauvais plaisants proposèrent de nommer une commission spéciale pour étudier ce *choléra* d'improvisations amylacées, maladie qui affectait des caractères si variables et si fugitifs, et des colorations qui passaient, comme par un trait de plume, de la *cyanose* au blanc le plus pur; et les auteurs de ces variations épidémiques ne se rendirent au vœu de l'Académie, que lorsqu'ils s'aperçurent, au silence qui régnait autour d'eux, que chacun des assistants s'était bouché les oreilles. En vérité, il était temps que ce manège cessât; sans quoi, un volume ne nous aurait pas suffi à expliquer à nos lecteurs comment il se faisait que nous avions fini, à force d'approfondir les élucubrations de ces messieurs, par les comprendre aussi peu qu'ils se comprenaient eux-mêmes; ce à quoi, du reste, ils ne paraissaient pas essentiellement obligés par le programme. Nous tâcherons de mettre un peu de clarté dans l'exposition des doctrines que nous sommes condamné à réfuter, en continuant à procéder par demandes et par réponses.

981. D. Qu'est-ce que l'*AMIDINE* de Guérin?

R. C'est la *substance soluble*, que nous avons découverte dans la fécule, que nous avons désignée sous le nom de *substance gommeuse*, à laquelle Biot a cru devoir donner le nom de *dextrine* (970) \*), nom que Payen et Persoz conservèrent à la substance soluble altérée par le *malt* de bière, qu'ils abandonnèrent ensuite après avertissement, pour celui d'*amidone*. Saussure avait donné le nom d'*AMIDINE* au précipité que nous avons démontré n'être composé que de légumes (959); ainsi la science possède aujourd'hui

térée en l'isolant, ce qui est très-facile. La substance soluble de la fécule fermente tout aussi bien que l'empois, en contact avec toutes les espèces de gluten.



un mot qui signifie deux choses différentes ; elle en possède trois qui signifient la même chose. La partie de la science qui enregistre avec une religieuse sollicitude ces créations nominales , à côté du nom de leur créateur , se nomme synonymie : espèce de cimetière où chaque fosse à part a du moins sa croix et son épitaphe.

982. D. Quels motifs avaient les créateurs de ces locutions , pour préférer leur expression à l'expression précédente ?

R. Le motif de voir leur nom survivre à leurs communications académiques , et venir se placer sous la plume même qui se chargerait de les biffer. Mais pourquoi alors remplacer la terminaison *ine* par la terminaison *one* ? Ces messieurs ne nous ont pas révélé ce secret.

983. D. Qu'est-ce que l'AMIDIN TÉGUMENTAIRE de Guérin ?

R. C'est l'assemblage des enveloppes de la fécule , que nous avons désignées sous le nom de *téguments*. Pourquoi *amidin* plutôt que *amidine* ? L'épithète , en fait de nomenclature , indique une différence , le nom substantif indiquant une ressemblance ; la première est un nom spécifique , mais le substantif est un nom générique ; si votre genre ne renferme point d'espèces , pourquoi un nom spécifique ? pourquoi donc ne pas appeler l'un *amidin* et l'autre *amidine* ? Nous sommes loin de prendre parti pour l'*in* ou l'*ine* , nous n'y tenons aucunement ; nous voudrions seulement faire comprendre à ceux qui ont le privilège classique de bouleverser les nomenclatures , qu'il faut , du moins en cela , procéder d'après des règles que le public soit en état d'apprécier.

984. D. Qu'est-ce que l'AMIDIN SOLUBLE de Guérin ?

R. C'est , d'après lui , l'AMIDIN TÉGUMENTAIRE même ( tégument ) , que l'amidine tiendrait en dissolution , et qui , d'après le même auteur , serait identique , sous tous les rapports , avec l'amidin tégumentaire. Ainsi voilà encore deux substances qui sont identiques et différentes ; voilà une substance qui change de nom , selon qu'elle est dissoute ou indissoute. L'auteur a certainement admis par supposition ce qu'il avance comme une certitude , car rien n'est moins soluble que la substance tégumentaire de l'amidon ; les téguments montent en suspension dans l'eau et y restent suspendus d'autant plus longtemps , qu'ils ont été plus divisés et déchirés par l'élévation de température et

la durée de l'ébullition. Si l'on ne tient pas reusement compte des caractères différents nous avons assignés à la dissolution et pension (937), on sera exposé à perdre de masse de téguments qui existerait dans la dissolution amyliacée. Outre les téguments , nous mention (1003) d'un tissu cellulaire intérieur grain de fécule , tissu bien plus tenu en les téguments , bien plus susceptible d'éclater à la vue , parce qu'il trouble moins la transparence du liquide , et qu'il reste encore plus longtemps en suspension que ceux-ci. C'est ce tissu qui se divise en flocons , après que les téguments se sont séparés sous forme presque pulvérulente. Lui donner un nom spécial , ce serait vouloir établir une distinction nominale entre un tissu jeune et un plus âgé , entre la membrane qui comme une membrane qui vieillit , entre le tissu extérieur et le tissu intérieur. La mémoire ne suffirait pas à cette nomenclature intarissable. L'AMIDIN BLE est donc un mot qui ne s'applique à rien , un double emploi de la même substance nous yeux une des meilleures preuves , que les tégés académiques ont procédé à l'étude de substances délicates , sans avoir pris la peine de faire la moindre idée exacte de l'histoire du développement ; et nous serions tenté de dire que tout ce travail a été rédigé plutôt sur le papier du cabinet que dans le laboratoire.

985. D. Quels sont les caractères distinctifs assignés à ces trois substances par leur inventeur ?

R. Voici les seuls qui méritent une réponse sérieuse :

1° L'amidon renfermerait :

Amidon tégumentaire ,	2,1
Partie soluble dans l'eau ,	97,9
	---
	100,0

c'est-à-dire trois sur cent de tégument soluble ; c'est une grossière erreur , mais une erreur qui ne pèse pas peu en état de rendre raison de la durée de l'ébullition dans l'eau , et de la manière que l'analyse élémentaire , les téguments , de la substance soluble qu'ils recélaient à l'état d'intégrité. En effet , si vous ne poussez pas trop loin la durée de l'ébullition dans l'eau , et si vous trouvez en trop faible proportion , la substance soluble ne sort qu'en partie du tégument ; remplissez les deux premières conditions , et divisez les téguments en parcelles susceptibles de rester très-longtemps en suspension dans

vous aurez dans le  
vous aurez un  
devra  
substance  
en expéri-  
les nom-  
entre les  
dans les  
poids des  
que le  
un prolon-  
auteurs  
né, dans  
de nous  
révisions;  
sans se  
re, que la  
lièmes de  
ne coûtent  
hardiment  
nes (*choi-*  
amidon. Le  
d'offrir un  
ne du légu-  
possédions  
ur mesurer  
qui échappe  
les mesures  
circonstance  
résultat; ce  
lu grain de  
on que l'on  
ir grossir le  
ondant avec  
gent. Il est,  
l'on doit se  
a pensée; ce  
ement orga-  
ne sauraient  
n de temps  
le chimiste  
ture a déjà  
la plus les

r assure  
lances,

Ces nombres, sur le papier, figurent avec une certaine assurance; mais si l'on se rappelle les résultats obtenus par Prout (805) sur le même amidon plus ou moins desséché, on sera tenté de ne voir dans ces différences qu'une différence de dessiccation, l'amidine ayant été soumise à une dessiccation moins prolongée que l'amidin, et l'amidin que l'amidin léguminaire, deux substances différentes quoique identiques. Ces nombres n'ont rien de vrai; ils ne se présenteront pas deux fois sur mille analyses opérées avec le plus de conscience. Du reste, l'auteur finit par avouer que son amidin léguminaire n'était pas pur; mais alors pourquoi consigner des nombres dans un mémoire, et surtout dans l'ouvrage classique de chimie élémentaire, que Thénard a enrichi d'un *Essai sur la philosophie chimique*? On a connu, à Paris, deux chimistes fort vantés l'un par l'autre, qui, lorsqu'ils travaillaient en commun sur un sujet, étalaient devant leurs yeux les travaux les plus récents sur la matière, alignaient les chiffres obtenus par les divers auteurs, en prenaient la moyenne, et la publiaient ensuite comme le résultat de leurs expériences propres; et la science ne perdait certainement rien à enregistrer cette moyenne, qui faisait un aussi joli effet que les nombres précédemment publiés; puis suivait une petite dissertation, pour discuter la valeur des nombres donnés par les uns et par les autres, pour faire voir de quel auteur ils se rapprochaient le plus. Jamais nos illustres aristarques n'ont élevé le moindre doute sur le mérite de ces élucubrations; elles étaient enregistrées immédiatement après la lecture; et Berzélius, au bout de l'année, les consignait dans ses *comptes rendus*, comme des travaux dignes de figurer à côté des siens. Nous ne dirons pas que les nombres de l'amidine et de l'amidin aient été jetés sur le papier par le même procédé; mais, de quelque coup de dé qu'ils soient sortis, nous invitons les chimistes de l'époque moderne à les considérer comme non venus, et comme ayant été, même d'après l'aveu de l'auteur, obtenus un peu trop vite. Depuis le procédé de Liebig (269), nous sommes inondés d'analyses élémentaires de ce genre de mérite.

5° Quant aux caractères physiques assignés, par l'auteur, à ces trois prétendues substances, nous n'hésitons pas à les énumérer; ces caractères étaient connus antérieurement à son travail; ceux qui sont énoncés sont hasardés. Ainsi, l'amidin léguminaire fournirait

un peu plus d'acide oxalique par l'acide nitrique ,  
 un peu moins de sucre par l'acide sulfurique , que  
 ne le ferait l'amidine ; il faut en vérité être bien  
 sûr de ne pas rencontrer la moindre contradiction  
 académique , pour se permettre de pareilles asser-  
 tions. Cependant il est une justice à rendre à l'au-  
 teur de ces idées , c'est qu'il a du moins procédé  
 par des expériences avant d'annoncer des résul-  
 tats , c'est qu'il a du moins vu ce qu'il a mal vu ,  
 qu'il s'est trompé , mais n'a pas cherché à tromper.  
 Dans ce chapitre nous n'en dirons pas autant de  
 tout le monde ; et nous parlerons franchement ,  
 afin de délivrer la science de cette peste de travaux  
 de commande , que l'on apporte tous les huit jours  
 à la docte assemblée , que l'on taille , que l'on rogne ,  
 que l'on allonge à chaque séance , selon les goûts  
 des patrons. Il faudrait mettre une bonne fois au  
 ban de la science ces esprits , ou serviles , ou mal  
 faits , qui changent d'idées toutes les quinzaines ,  
 refont leurs mémoires tous les cinq ans , en ayant  
 pourtant soin d'en conserver la date stéréotypée  
 au frontispice , qui assurent aujourd'hui ce qu'ils  
 ont nié hier , et ce qu'ils renieront demain , et qui ,  
 en disant sur tous les sujets le pour et le contre ,  
 sont toujours sûrs de pouvoir réclamer la priorité  
 d'un fait démontré. C'est là une plaie hideuse de  
 nos institutions scientifiques , et dont on limite à  
 peine la marche envahissante par deux ou trois  
 cents pages de réfutation.

186. Passons aux découvertes progressives de  
 Payen (\*). La plume nous a tombé plus d'une fois  
 des mains , avant de nous décider à écrire la pre-  
 mière ligne de ce paragraphe. Comment réfuter ,  
 en effet , de pareilles choses ? par quel bout  
 les saisir ? par où commencer qui ne soit la fin ?  
 quelle chose attaquer que l'auteur aussitôt ne  
 rétracte ? et comment garder son sérieux , entre  
 Payen invoquant l'autorité de Dumas , et Du-  
 mas faisant l'article , en pleine académie , un  
 rouleau du sirop de Payen à la main ! Qu'il nous  
 suffise de transcrire ces choses séance par séance ;  
 ne cherchons pas à tuer des idées qui se sui-  
 cident.

« SÉANCE PREMIÈRE. — La DIASTASE (974) fait  
 crever les légumineux et les précipite (975) en les  
 séparant de la DEXTRISE (976).

• DEUXIÈME SÉANCE. — La diastase transforme

(\*) D'abord Payen travaillait en commun avec Persoz , dont  
 il avait , à ce qu'il paraît , la signature scientifique en blanc.  
 Mais ce dernier , après les deux ou trois premières lectures ,  
 s'empessa de décliner publiquement qu'il abandonnait son en-  
 tre-  
 pre-  
 n-  
 d-  
 re-  
 de-  
 son-  
 en-  
 tre-  
 pre-  
 n-  
 d-  
 re-  
 de-  
 son-  
 en-

allition. D'où l'auteur conclut que l'*amidine* timentaire (983) n'existe pas, comme substance immédiate différente de la fécule, que l'*AMIDINE SOLUBLE* n'existe que comme une quantité variable, extraite de l'intérieur de la fécule; que l'*amidine* ne préexiste pas, c'est un produit de l'altération par l'eau, le broyage ou la température.

SIXIÈME SÉANCE. — Les léguments arrondis et extensibles de la fécule se composent d'amidone couverte de plus de cohésion que les parties extérieures plus récemment formées.

» SEPTIÈME SÉANCE (\*\*). — La fécule et l'amidon forment un principe immédiat organique, dont les couches externes offrent plus de cohésion et plus de résistance à divers agents que les couches intérieures, secrétées PLUS RÉCEMMENT sans doute. Les couches enveloppantes, épaisses, tenaces, spongieuses, constituent les léguments dilatables et contractiles, qui peuvent ainsi conserver des formes arrondies, en changeant de dimensions... L'amidone, insoluble à froid dans la fécule et l'amidon, peut CEPENDANT se gonfler, au point de rompre ses couches enveloppantes. L'amidon légumentaire ni l'amidon soluble ne présentent pas de grandes différences. Il n'y a pas entre eux isomérisie, mais une identité que dissimulait l'état VARIABLE OU ACCIDENTEL de cohésion ENTRE LES PARTIES de l'amidone, son altération et les corps étrangers y adhérents. »

987. Nous terminons là, pour reprendre notre récit dans les paragraphes suivants. Ces sortes de lectures hebdomadaires seraient devenues interminables, si la presse ne leur avait pas adressé à propos quelques coups de sifflet (969), sans lesquels l'institut ferait semblant d'écouter encore. Réfuter pareil verbiage, qui, à chaque séance, avait l'air d'avoir été dicté ou écrit un quart d'heure auparavant sur le coin du bureau, ce serait vraiment porter trop loin encore la déférence et la vénération de la critique. Nous avons copié textuellement les phrases dans le journal de l'auteur; nos lecteurs les comprennent, s'ils le peuvent.

i. « Dans la séance du 12 janvier 1837, Biot a annoncé qu'il avait obtenu, en faisant passer la lumière polarisée à travers des lames de fécule de pomme de terre, des anneaux, des globules, dont la

I<sup>er</sup>,

transparence est aussi parfaite que celle du plus pur cristal, exercent une action dépolarisante qui dépend de leur constitution intérieure, laquelle, d'après cela, ne saurait être homogène et uniforme, comme celle d'une goutte d'eau ou de verre fondu à la lampe, mais se montre, au contraire, assujettie à des relations de structure déterminée par l'organisation. L'effet absolu de cette action dépolarisante est moindre dans les plus petits globules que dans les plus gros; dans un même globule, il varie avec l'épaisseur des parties que la lumière traverse, comme aussi avec le sens de transmission; de sorte que les particularités de la configuration se voient ainsi indiquées et dessinées par les sinuosités correspondantes des lignes lumineuses, précisément comme si le globule était opaque. »

989. Que les grains de fécule soient transparents comme le plus pur cristal, ce n'est certainement pas ce que le procédé de Biot a fait découvrir (885); ce n'est pas non plus une découverte que la structure hétérogène du grain de fécule (896), et que l'existence des rides sinueuses qu'on observe à certains microscopes sur chacun de ces grains (891); si les résultats de Biot établissaient quelque chose, ils ne feraient que confirmer ce qui était établi auparavant, par des moyens plus précis. Mais l'expérience de Biot sur la dépolarisation de la lumière par le grain de fécule, manque de toutes les précautions, dont on a garde de se dispenser dans les expériences en grand. En effet, avant de procéder à l'étude des phénomènes de la polarisation de la lumière, il faut pouvoir mesurer les angles, que fait le rayon lumineux avec les surfaces réfléchissantes ou réfringentes; il faut surtout connaître les rapports de surface des corps réfringents, des facettes d'un cristal, par exemple. Or, ici, il n'y a plus possibilité d'établir ces données sur des globules qui s'inclinent au porte-objet par le moindre mouvement, et surtout des globules arrondis de la manière la plus variable et la plus irrégulière. Si, lorsqu'on éclaire ces granulations, par transmission des rayons lumineux, on perd de vue ces diverses circonstances, on sera exposé à voir un effet de double et même triple réfraction, dans le résultat de la réfraction de deux ou trois bosselures de la surface du grain de fécule; d'un autre côté, le grain de fécule, soumis au microscope, ne saurait être assimilé, en fait de réfraction, à un corps réfringent soumis à l'œil nu. Le grain de fécule est une lentille réfringente, dont on étudie la forme avec un système compliqué de lentilles, et par la transmission des rayons lumineux. Or

les rayons qui l'éclairent ne profiteront microscopique, qu'en tombant parallèles uns aux autres, sur la surface inférieure de la lentille objective; la moindre déviation plonge de l'observateur dans l'obscurité, en dirigeant de l'axe du tube les rayons émergents que le grain féculent; en sorte que si, sans ni le miroir réfracteur, ni le porte-objet, on vient à amener l'axe du tube dans l'axe d'un grain émergent, on trouverait que la lumière librement à travers le grain de fécule, la première position du tube, paraissait tout noir.

Il ne faudrait pas croire que toutes les expériences de l'expérience soient remplies, et disposé le miroir réfracteur (454), de manière que la lumière des nuages passe librement à travers le grain de fécule dans l'axe du microscope. En suite, au lieu d'employer à l'éclairage la lumière naturelle, vous projetez sur le miroir polarisée, les différences que vous observez entre la première et la seconde image microscopique pourront tout aussi bien venir du phénomène de la polarisation, que des angles du rayon sur la surface du miroir. Car il est facile de voir au microscope, ce que la théorie nous fait savoir que les objets s'éclairent ou reçoivent l'ombre, au plus petit changement de position des corps lumineux. Or si, après que j'ai placé le miroir sur un nuage, je projette de la lumière polarisée sur la surface de la glace, j'éclairerai nécessairement mon objet dans une toute autre direction; et comment déterminer à nos yeux l'amplitude de toutes ces inclinaisons, et établir les rapports de la réfraction microscopique avec la réfraction en grand? Ajoutez que ce qui se complique encore bien davantage, c'est l'usage du miroir concave. Ainsi, les faits observés par Biot, sont susceptibles d'une explication toute différente; et cet essai d'expériences a été trop hâtif, et d'un vol un peu trop hardi.

990. Nous terminons là la critique de l'ouvrage qui, à l'époque de l'apparition de notre édition, se sont rabattues comme une pierre sur la docte assemblée dont nous avons l'honneur de n'être pas l'ami. Nous prions une fois nos lecteurs de nous pardonner les quelques pages que nous venons de consacrer à la discussion de pareilles choses; nous les supplions de les réserver pour la prochaine édition; mais on ne saurait penser de donner une fois place à des discussions qui parlent de si haut. Nous allons maintenant à l'étude physiologique des grains de fécule.



**Disposition des grains de fécule dans l'intérieur des cellules végétales. — Féculine du Typha (\*) et du Trapa.**

On ne trouve les grains de fécule que dans l'intérieur des cellules du tissu cellulaire qui ne sont tapissées de substance verte. Les vaisseaux, interstices, les cavités déchirées n'ont jamais. La moelle des troncs, les racines et les cotylédons des graines sont les parties dans lesquelles on rencontre plus fréquemment cette substance.

Il est facile d'observer la configuration des grains de fécule, qui renferment la fécule des céréales, en coupant longitudinalement par tranches extrêmement minces, le grain de l'orge. Les tubercules de la pomme de terre observés par le même procédé, fournissent l'observation des résultats plus distincts, les cellules hexagonales étant plus rigides que celles des céréales. Si l'on écrase sur le porte-objets des fragments de pois verts, qu'on aura préalablement soumis à l'ébullition, pendant quelques heures, on en voit toute la substance se détacher ainsi dire sous la pression, et se résoudre en grandes cellules pyriformes, allongées, dont les cellules sont remplies de grains de fécule (pl. 19 a) que l'iode colore en bleu, et dont les cellules qui ont été déchirées par le froissement, sont vides ou ne retiennent que des grains de fécule d'un plus petit calibre (*ibid.* b). Ces cellules grossières de fécule ont en général une longueur sur  $\frac{1}{10}$  en largeur.

Une circonstance se représente spontanément d'une manière assez curieuse, lorsqu'on plonge dans l'eau les rhizomes (\*\*) de *Typha* de nos étangs). On trouve bientôt au-dessous du vase une couche féculente. Le liquide qui monte est saturé d'une substance gommo-nucilagineuse qui, au contact de l'air,

prend une teinte d'un rouge tendre (\*\*); la fécule, exposée à l'air, contracte aussi, presque instantanément, la même teinte, qu'elle abandonne de nouveau dans l'eau; l'iode ne la colore que faiblement alors, et cela encore en verdâtre et non en bleu. On ne tarde pas à s'apercevoir, à la température ordinaire, que la fermentation s'établit, par des bouffées, qui amènent, à la surface du liquide, des nuages blancs, qui se désagrègent peu à peu, en retombant dans le fond du vase.

994. Ces granulations féculentes possèdent un calibre assez fort pour être observées à la loupe. Mais à un grossissement supérieur, on obtient l'explication la plus évidente de la cause, qui produit la fermentation et la couleur rougeâtre que contracte cette espèce de fécule au grand air. Car, au lieu de grains ordinaires d'amidon (885), on a alors devant les yeux de grands sacs, ou plutôt de grandes cellules (pl. 6, fig. 17, a) plus ou moins remplies de grains arrondis et pressés les uns contre les autres. Un assez grand nombre sont vides de ces grains (c). L'iode colore en jaune les grandes vésicules, et en bleu les grains dont elles sont remplies, ce qui à l'œil nu produit la couleur verdâtre (b).

995. On a donc alors devant les yeux les cellules elles-mêmes du tissu cellulaire du rhizome, qui se sont isolées nettement par la désagglutination de leurs parois respectives, et qui recèlent dans leur sein, en plus ou moins grand nombre, les grains d'amidon que chacune d'elles a élaborés.

996. Ces léguments ligneux du *typha*, plus ou moins ovales, plus ou moins anguleux et à facettes, ont en général  $\frac{1}{7}$  de millimètre en longueur sur  $\frac{1}{17}$  en largeur, et  $\frac{1}{10}$  sur  $\frac{1}{20}$ . Les grains de fécule qu'ils recèlent ont de  $\frac{1}{150}$  à  $\frac{1}{300}$  de millimètre, et ils paraissent sphériques.

997. Par l'ébullition, ces léguments ligneux

colorent pas comme eux par l'iode. Ce sont probablement des cellules jeunes, dans lesquelles doivent se développer les grains de fécule.

(\*\*) Après l'opération de l'extraction de la fécule, il reste entre les mains une filasse blanche, devenant rougeâtre au contact de l'air, et qui est dans le cas de fixer l'attention des économistes; car deux de ces fils, de 12 centim. de long sur un 5<sup>e</sup> de millim. de diamètre chacun, liés par leurs extrémités et suspendus à une tige de fer, ont supporté, pendant cinq minutes, un poids de près de 4 livres. La longueur de ces filaments dépend de celle des entre-nœuds du rhizome, d'où on les extrait.

des sciences phys. et chim. de Férussac, octob. 1824, par rhizome, le chaume souterrain qui trace son chemin dans la vase, et qui produit de nouvelles tiges au printemps. Au mois d'août, on rencontre moins de léguments ligneux pleins de fécule que de léguments vides (a). Au mois d'octobre, on commence à trouver que des léguments ligneux pleins de fécule; à ce temps, on remarque des grains hyalins, oblongs, dans les léguments ligneux, rappelant l'aspect et la forme des grains ovoïdes de la pomme de terre, ayant les mêmes dimensions que les léguments ligneux, mais ne se

n'acquièrent pas des proportions plus grandes ; mais l'iode colore alors en bleu toute leur capacité, et l'on ne distingue plus ainsi, dans leur sein, aucun granule intègre ; car chaque grain de fécule y a éclaté et son tégument s'y est distendu, en sorte que la capacité de la cellule ligneuse s'est trouvée remplie par les téguments et la substance soluble, et elle se colore en entier de cette manière par le moyen de l'iode. Cette coloration n'a pas lieu sur celles des cellules ligneuses, qui, avant l'ébullition, s'étaient montrées vides de grains féculents.

998. On ne se refusera pas, je pense, à croire que, sans le secours du microscope, cette aggrégation de cellules féculentes eût formé une nouvelle substance immédiate, qu'on aurait peut-être décorée du nom de *typhine*, et qui n'eût pas manqué d'être considérée comme bien distincte de toutes les autres fécules, par sa couleur rougeâtre et ligneuse que l'iode colore en verdâtre, par la propriété qu'elle a de fermenter spontanément, et avant toute ébullition, dans l'eau pure, enfin par celle de ne point former d'empois par l'ébullition.

999. Depuis la publication de cette première édition, nous avons eu occasion d'observer un autre genre de fécule encore plus curieuse que celle du *typha* ; c'est celle du périsperme du *trapa natans*, vulgairement appelé *châtaigne d'eau*, plante fort commune dans les étangs et mares de Versailles. Dans ce périsperme tout est fécule, mais rien ne s'isole ; c'est un tissu cellulaire compacte (pl. 6, fig. 56) qui se colore en bleu par l'iode sur toutes ses membranes. Dans l'intérieur de ses compartiments cellulaires et hexagonaux, on voit, surtout au moyen d'une lentille de grenat, une agglomération de petits globules indécis, qui s'effacent aux regards par une trop vive lumière. Voilà donc un périsperme qui, par la réaction de l'iode, prend les caractères de la fécule sur les parois des organes cellulaires, qui, chez d'autres végétaux, ne se colorent qu'en jaune par le réactif. L'analogue du gluten est ici de nature féculente.

L'énorme périsperme du *trapa natans* affecte, par la dessiccation, une couleur marron et une consistance analogue à celle de nos belles espèces de blé dur. Les tranches minces qu'on en obtient sont blanches, comme cela a lieu sur les ratissures des fanons de la baleine. Vingt-quatre heures de séjour de ce gros fruit dans l'eau rendent à cet organe toute la blancheur et la friabilité des organes féculents ; les cellules hexagonales s'isolent

mieux alors, et les granulations intérieures distinguent avec plus de netteté dans les cellules principales ; mais par la dessiccation le périsperme reprend de nouveau sa couleur marron. La cuisson blanchit cette substance aussi bien que la macération.

### § XI. *Hile et structure intime des de fécule.*

1000. Il ne faudrait pas croire que les fécules se trouvent disposés au hasard dans l'intérieur des cellules végétales. L'idée seule d'une structure vésiculeuse (896) exclut cette supposition. Pour se convaincre à cet égard, il n'est que de faire rouler sous ses yeux, par le moyen du liquide, quelques-uns de ces téguments ligneux et isolés (fig. 17) des *rhizomes typha* (995) ; car on observe alors qu'ils renferment des granules féculents et même des cellules dans l'intérieur de la vésicule, ne se détachent pas, ne se détache, enfin n'est ballotté par la pression lente ou rapide du tégument sur lui-même, mais tiennent étroitement à la paroi du tégument ligneux, même alors que la vésicule a été brisée, et que la substance gommeuse qui avait renfermé la fécule a été dissoute dans l'eau.

1001. Or, les grains féculents ne peuvent adhérer à une paroi, par un point de leur surface, sans supposer que cette adhérence est l'effet d'une organisation même, et non celui de l'adhésion après coup. J'ai appelé ce point d'adhérence le *hile* du grain de fécule. Il est en général si petit qu'il est impossible d'en apercevoir des traces sur les surfaces des grains de fécule extraits de la plante, et dans l'état d'intégrité : car ce point est trop étroit et laisse trop peu de traces sur la surface. Mais on aurait autant de tort d'en nier l'existence que par cela seul qu'on ne peut l'apercevoir. On ne peut nier l'existence du *hile* des ovules d'*Orobanche*, par cela seul que, sur d'autres objets, cet organe se soustrait à nos regards.

1002. Cependant il est une occasion où l'on peut obtenir la preuve directe de l'existence du *hile* du grain de fécule ; c'est l'époque avancée (dix à quinze jours) de la germination du blé. Si l'on extrait, à cette époque, le grain de blé, que l'on renferme sous le péricarpe, on pourra pas de s'assurer que tous les grains ont éclaté, qu'ils se sont vidés de leur substance soluble ; et, comme alors ils sont devenus tendres et élastiques, leur *hile* ne casse point d'

tr les procédés de mouture, de, en imprimant dans l'eau tion au tégument amylicé. nile arrive sur les côtes de l'i si distinctement qu'on le voit s deux figures (18, pl. 6). s observation révèle un autre 'empêcher de croire dr la e en physiologie. Sous l'in- ite et progressive de la ger- féculeuses sont vidées de leur uns que leur tissu se soit ou m aperçoit alors, dans leur s vésicules internes qui se sens, et même des granula- e parois du tégument colora- comme ce tégument adhérer- roit du tégument colorable en a paroi de la vésicule du tissu b); enfin on a de la fécula dans 'mination fait de progrès, et se multiplient (178).

beurre les grains de féculé de  
lept lentille d'une ligne de  
en les trouve ornés à la sur-  
driques d'un fort joli effet.  
surface des gros grains de  
t étudier avec le plus d'avan-  
de ces zones. A une len-  
nement de 160 diamètres  
qu'on fasse usage du dia-  
mètre déjà que ce sont des  
dans les autres, mais  
sont presque toutes par un  
ords duquel se distingut un

aurait l'air d'être le centre  
je puis m'exprimer ainsi :  
diamètres du microscope  
tion s'étale tout entière aux  
ce est l'origine de ces rides  
de s'assurer qu'elles ne  
face externe du grain de  
même doucement le grain  
roscope, on aperçoit dis-  
avant d'apercevoir les  
tant plus celles-ci, que  
il en est de même du  
plus que les

rides s'offrent avec plus de saillie. Ces rides tapissent évidemment la paroi interne du légument; elles nous paraissent être les analogues des spires, dont nous avons démontré l'existence dans toutes les espèces de cellules animales ou végétales (\*), et que nous avons signalées jusque dans les cellules vides de la moelle des végétaux; le point noir indique le point d'insertion ou plutôt le point de départ de ce système. Enfin, si la théorie que nous avons admise, sur l'accroissement des spires, représente, comme nous le pensons, les faits observés, le grain de féculé ne serait qu'une cellule avortée, et qui ne continuait pas à se développer à l'intérieur, parce qu'elle ne possède qu'une seule spire, et non les deux spires de norm contraire, qui se développent dans tous les organes cellulaires destinés à se reproduire indéfiniment à l'intérieur et à l'extérieur.

1005. En conséquence, le grain de fécule ne se compose pas uniquement d'une vésicule renfermant une substance soluble dans l'eau, mais encore d'un tissu cellulaire interne plus ou moins compliqué, mais qui n'était pas apte à un développement ultérieur.

1006. Rappelons-nous que les grains de fécule, depuis l'instant de la fécondation jusqu'à celui de la maturité, croissent dans l'intérieur des vésicules du tissu cellulaire, qu'ils y acquièrent des dimensions et des formes extrêmement variées (886), et nous resterons convaincus que l'analogie aurait suffi pour indiquer d'avance le résultat que l'expérience directe nous a fait découvrir.

**§ XII. Caractères physiques des principales espèces de fécules employées dans les arts, en économie domestique et en pharmacie (\*).**

1007. Je m'étais servi, pour dessiner toutes les formes de diverses sécules renfermées dans la pl. 2 de la première édition de cet ouvrage, qui comprenait les fig. 1-27 de la pl. 6 de l'édition présente, je m'étais servi du grossissement de 100 diamètres de mon microscope de Selligue et d'un diaphragme de 0<sup>m</sup>,003 de diamètre. Pour les mesurer, j'avais fait usage du procédé de la double vue, qui, s'il n'est pas le plus rigoureusement exact, a du moins le mérite d'être le moins dispendieux. Au

mes, tubercules et grains des Cypripedium,  
- des Solanacees, Convolvulacees; dans le  
ameres, dans les cotyledons des Legumi-

reste, chaque grain ayant été mesuré de la même manière, il s'ensuit que les fig. 1-26 de la pl. 6 étaient comparatives; or, il s'agit moins ici d'avoir la mesure mathématiquement exacte de chaque grain de fécule, que les proportions des féculés entre elles; et sous ce rapport, les fig. 1-26 de la pl. 6 ne laissent rien à désirer; en sorte qu'en appliquant une règle divisée en millimètres sur chacune d'elles, on pourrait se passer au besoin des chiffres que nous allons donner dans le texte. Les fig. 29-40 de la présente édition ont été dessinées au microscope double (459); la fig. 29 avec une simple lentille de 150 grossissements et avec le diaphragme (468); la fig. 28 au grossissement de 500 fois du microscope composé; toutes les autres au grossissement de 350 fois du même instrument, à l'exception de la fig. 33, qui est vue au grossissement de 100 fois. Quant aux formes et à l'aspect, il est essentiel de faire observer que les grains de fécule présentent très-souvent des différences à cet égard, selon qu'on les observe au sortir des organes du végétal, encore tout frais et tout vivants, pour ainsi dire, ou après une dessiccation soit spontanée soit artificielle (897); la fécule de tulipe nous en offrira un exemple assez frappant (\*).

Il est une différence d'aspect qui dépend, non des accidents de structure du grain de fécule, mais seulement de la construction du microscope, et du grossissement avec lequel on observe; deux circonstances dont il faut soigneusement tenir compte, dans la comparaison que l'on pourra faire de l'image qu'on obtient directement, avec les figures gravées qu'on vérifie. C'est ce qui nous a engagé à ajouter à notre tableau graphique des figures tracées avec notre nouveau microscope. On trouvera, en effet, une grande différence entre les fig. 1 et les fig. 28 et 29, qui cependant désignent toutes la fécule de pomme de terre; mais cette différence provient de la réfraction. Les fig. 1<sup>re</sup> dessinées au grossissement de 100 diamètres à l'ancien microscope de Selligie, sont plus régulières, plus arrondies; on n'y voit aucune trace d'ellipses circonscrites les unes aux autres. La fig. 29 nous offre les mêmes grains de fécule, à une simple lentille du microscope double, dont la puissance ampliante est de 150 diamètres. L'image commence déjà à s'aplatir à ce grossissement, parce que la distance focale est de deux millimètres, tandis que la distance focale du grossisse-

ment de l'ancien microscope était de centimètre, et qu'ici par conséquent nu du grain de fécule ne pouvait se trouver foyer (563). Ce genre de déformation est encore plus considérable au grossissement de 500 fois du microscope composé (fig. 28), que le foyer est encore plus court ici que dans le microscope simple. Les cercles sinueux s'y étendent plus, et semblent y prendre un coup plus, et on varie de mille manières les effets, en avançant ou reculant le porte-objet.

1008. FÉCULE DE POMME DE TERRE (*Solano*, L.), pl. 6, fig. 1. — Elle affecte les plus variées, et nulle autre espèce ne parvient à des dimensions aussi grandes. Au sortir des organes de la plante, on voit sur la surface de ses grains, des rides et des plis qui disparaissent souvent par la dessiccation (1022). Les plus gros atteignent  $\frac{1}{10}$  de

les plus ordinaires varient entre  $\frac{1}{10}$  et  $\frac{1}{2}$  de diamètre. Ils sont ovales, étranglés en cocons, gibbeux, triangulaires, arrondis et sphériques, mais les plus ordinaires sont ovales. La fécule de terre est la seule plante dont on consomme la fécule dans les procédés culinaires; c'est pourquoi on peut céder au moindre prix. Pour la préparer, on lave à grande eau les tubercules, on les brosse; on les soumet ensuite à une râpe mécanique, sur laquelle on verse un filet d'eau, qui entraîne le marc mis, à travers les mailles duquel la fécule tombe dans un vase placé au-dessous de la râpe. Quand l'opération est terminée, on décante l'eau, on lave la fécule, on décante encore, et on la sèche, qu'à ce que l'eau n'enlève plus rien de précipité; et enfin on fait sécher la fécule au soleil ou à l'étuve. La fécule de pomme de terre s'offre alors comme une poudre impalpable, cristalline, ayant dans sa blancheur un bleuâtre; on peut avancer que c'est ces grains sont le moins altérés.

1009. FÉCULE DE LA GRAINE (888) DE (*Chara hispida*, L.), fig. 3. — Les grains de cette fécule, qui parviennent à des dimensions presque aussi grandes que ceux de la fécule de terre, sont les plus mous et les plus opaques que j'aie jamais rencontrés dans mes observations. Avec une pointe on peut les écraser et les faire passer dans l'eau sans le secours de l'ébullition.

(\*) *Bullet. des sciences phys. et chim.*, nov. 1826 et sept. 1827. *Lycée*, n° du 4 déc. 1831.





comme les précédentes, porte l'étiquette de *sagou de Sumatra*. Les plus grosses de ces boulettes ne dépassent pas 2 millimètres en diamètre. La couleur en est moins prononcée, et la consistance en est tendre et presque friable; les molécules se désagrègent et se délitent pour ainsi dire dans l'eau.

Le troisième échantillon, intitulé *sagou blanc des Moluques* (fig. 39), affecte la couleur de la fécule ordinaire; les plus grosses de ses boulettes ne dépassent pas un millimètre; ce sont de petites granulations anguleuses, analogues à celle de la semoule.

Enfin, le quatrième échantillon, intitulé *sagou rosé des Moluques* (fig. 40), offre les boulettes les plus petites; elles ne dépassent pas un demi-millimètre, et sont les unes blanches, les autres lavées d'une légère teinte rosée.

À l'exception du *sagou de la Chine*, toutes ces boulettes reprennent une belle blancheur, après un séjour d'une heure dans l'eau ordinaire, et les grains de fécule se désagrègent alors à la moindre pression.

Ce sont là les différences que ces variétés offrent à la vue simple. J'ai vainement cherché à en découvrir d'autres au microscope. Dans toutes, la couche externe est formée d'un agrégat de téguments crevassés, à demi vidés, et qui achèvent de se vider tout à fait dans l'eau ordinaire (fig. 5, *a*); dans toutes, la couche suivante offre des grains endommagés, bosselés, effilés, aplatis par un bout, mais encore distendus et arrondis par la substance soluble, et partant réfractant fortement les rayons lumineux (fig. 5, *b*). Enfin, dans le cœur de la boulette, on rencontre fréquemment des grains de fécule intègre, mais dont les dimensions varient à chaque observation; car on pense bien que, sur des molécules de forme et de grandeur aussi variables, le hasard n'amène pas toujours au centre les mêmes dimensions. De là vient qu'en se contentant d'une seule observation, on établirait, entre les caractères de ces diverses variétés, des différences qui disparaîtraient à chaque observation subséquente. Les téguments les plus

dilatés ne dépassent pas, dans les unes,  $\frac{1}{5}$  de millimètre, et les grains les plus gros  $\frac{1}{10}$ . La forme générale et l'aspect sont identiques, et tels que nous l'avions établis dans la première édition de cet ouvrage, sur la

D'où il résulte que la fécule qui a servi à ces sagous provient du même genre à laquelle elle n'a pas été soumise à l'ébullition, ni à la torrification; car l'ébullition a tendu et non déchiré les téguments qui raient alors les formes des fig. 2, *a'* et *b'*; que par la torrification les téguments d'affectent les formes générales de la fécule. Cette fécule a été soumise humide à la pression, sans quoi tous ses grains s'offriraient crevassés, mais en conservant leurs formes et dimensions ordinaires (fig. 5, *b*); pour qu'elle ne se crevasse en s'étendant, il faut qu'elle ait été plongée dans une atmosphère humide, que la substance soluble ait trouvé un point de repos à l'instant propice. La torrification n'a pas servi à teindre qu'à l'instant où elles étaient formées en boulettes; car ses effets se montrent bien sur la surface de la sphère, moins dans la cavité, et point du tout dans le centre. Comme on cherche à se rendre compte de la formation de pareilles boules, on est forcé d'admettre que la fécule humide a été pressée sur une passoire, qu'elle s'est moulée à la filière, et qu'elle est tombée en sortant sur une surface échauffée au moins à 100 degrés. La dimension des boulettes dépend ainsi du diamètre des ouvertures du crible: le *sagou* n'indiquent donc que des variétés de procédés industriels.

1012. FÉCULE DES BULBES DE LA PÉLÉE DES INCAS (*Alstroemeria pelegria*, fig. 6. — Par son aspect et par ses formes elle se rapproche beaucoup de celle de la patate. Elle est plus fortement ombrée, plus lée, et affecte des contours plus bizarres. Ses plus gros grains atteignent  $\frac{1}{10}$  de millimètre.

Elle ne tardera pas à en dissoudre des quantités appréciables. L'on soumet à la même influence des boulettes humides; les téguments se distendent et s'appliquent en se serrant les uns sur les autres, de manière à former une membrane imperméable à tout ce qu'ils recouvrent, grain de fécule et substance soluble. Il faudra briser ces boules dans l'eau, que l'eau puisse pénétrer jusqu'à la substance qui se dissout.

(\*) Quelques personnes se refusent à croire que le *sagou* soit le résultat de la torrification d'une fécule, parce que, disent-elles, le *sagou* est insoluble dans l'eau froide, et que la torrification rend toutes les féculs solubles dans ce menstrue. Cette opinion provient d'un malentendu. Toutes les fois que vous soumettrez la fécule desséchée à l'influence de la torrification, les téguments creveront sans se distendre, et la substance gommeuse et soluble étant mise à nu, dans chaque grain féculent, elle se laissera attaquer facilement par l'eau, qui ne

**FÉCULE D'AVOINE** (*Avena sativa*, L.), — La farine de cette céréale se montre, cotonneuse et comme feutrée, à cause d'une quantité innombrable de grains qui recouvraient la semence de cette cé-

On observe cette farine au grossissement de 180 diamètres du microscope de Selligie, avoir devant les yeux un mélange de gros grains de féculé fortement opaques, oblongs ou ovoïdes, atteignant  $\frac{1}{33}$  de millimètre et même  $\frac{1}{10}$  sur  $\frac{1}{14}$  et puis à côté et quelquefois adhérents à des premiers, des petits grains de diamètre environ  $\frac{1}{200}$  de millimètre ; et dans l'édition de cet ouvrage, n'ayant pas eu d'observer ce mélange à un grossissement inférieur, j'avais réellement pris les gros grains (fig. 24), pour des grains de féculé. J'ai rectifié cette petite erreur au grossissement de 350 fois du microscope double. Ce sont des cellules glutineuses, grosses de féculé, cellules qui s'isolent quelquefois par le nettement et sous des formes assez arrondies pour simuler des grains féculents isolés. Les cellules glutineuses permettent à l'iode de colorer la féculé qu'elles recèlent, et la transparence paroît telle, qu'elle ne saurait présenter le moindre obstacle à l'évidence de la réaction bleue. Nous avons représenté (fig. 32) au grossissement de 350 diamètres, les formes les plus communes de ces sacs, entourés de leurs membranes.

**FÉCULE DU GRAND LEPIN** (*Lupinus hirsutus*). — Ses grains sont si peu ombrés qu'on croirait vides, et réduits à l'état de disques ; ils sont légèrement aplatis, arrondis, mais variant dans leurs contours. Ils atteignent  $\frac{1}{15}$  de millimètre.

**FÉCULE DU HARICOT BLANC** (*Phaseolus vulgaris*). — Les plus gros atteignent  $\frac{1}{15}$  de millimètre ; ils sont ovoïdes, allongés en pointe ou très-obscurément trigones, mais ombrés sur les bords ; ainsi que sur la fève, on observe un grain intérieur dans le grain principal.

**FÉCULE DES TUBERCULES D'IGNAME** (*Dioscorea*). — TOME I.

*corea sativa*, L.), fig. 8. — Grains ovoïdes ou linéaires, moins variables que dans les fécules précédentes, et dont les plus gros atteignent  $\frac{1}{17}$  de millimètre.

1017. **FÉCULE DE LENTILLE** (*Ervum lens*, L.), fig. 26, 33-34. — Après la féculé de pomme de terre et celle de seigle, dont nous nous occuperons plus bas, la féculé de lentille est une des plus reconnaissables, en ce que chaque grain se trouve divisé en trois ou quatre compartiments, par des lignes courbes et noires, qui indiquent la présence de tout autant de cellules internes, dans le sein de la cellule principale (1003). Les grains en sont en général ovoïdes, et dépassent à peine  $\frac{1}{17}$  de millimètre. Les fig. 26 sont dessinées au grossissement de 180 diamètres du microscope de Selligie ; les fig. 33 au grossissement analogue de notre microscope double, et les fig. 34 au grossissement de 350 diamètres de ce dernier instrument.

1018. **FÉCULE DE FROMENT** (*Triticum sativum*, L.), fig. 12. — Les plus nombreux et les plus gros grains de cette féculé ne dépassent pas  $\frac{1}{20}$  de millimètre ; ils sont sphériques : on les voit accompagnés de téguments vidés, déchirés, qui proviennent des grains de féculé écrasés par la meule. Ils sont bien plus lisses, plus arrondis et mieux conservés, quand on les extrait de la semence encore un peu verdâtre et non desséchée sur pied. On l'extrait de la manière suivante, pour l'usage des lingères qui la préfèrent comme *empois*, dans le repassage du linge fin. Les *Amidonniers* déposent dans de grandes cuves la farine grossièrement moulue, et sans se donner la peine même d'en séparer le son ; ils utilisent aussi les recoupettes et les blés gâtés. Ils délayent la farine dans une certaine quantité d'eau, à laquelle ils ajoutent un peu d'eau sûre, qui est le produit d'une opération précédente. Le sucre et le gluten que renferme la farine ne tardent pas à réagir l'un sur l'autre, pour produire d'abord de l'alcool, de l'acide carbonique, puis de l'acide acétique qui achève de dissoudre le restant du gluten. C'est cette eau qu'on nomme première eau sûre ou eau grasse ; elle est trouble et gluante ; elle renferme, d'après Vauquelin, de l'acide acétique, de l'alcool, de l'acétate d'ammoniaque, du phosphate de chaux et du gluten. Après avoir lavé le dépôt par décantation, on le délaye dans l'eau, et on verse le tout sur un

tamis de crin placé au-dessus d'un tonneau. Le son le plus grossier reste sur le tamis; la fécule passe avec le plus fin à travers, et se dépose mêlée à ce dernier. On les agite de nouveau dans l'eau; la fécule se sépare, par sa pesanteur spécifique, du son, qui reste presque tout entier à la surface du précipité, lequel prend le nom de *gros noir*. Alors on enlève la première couche avec une pelle, la seconde et la troisième en rinçant à deux reprises la partie supérieure de la masse restante; on délaye le résidu dans l'eau, et on le jette sur un tamis de soie plus ou moins fin. On sépare ainsi une nouvelle quantité de son, et l'on n'a plus qu'à laisser déposer la fécule et à la rincer pour l'obtenir pure. On la dessèche enfin, en moulant le précipité dans des paniers d'osier garnis d'une toile non adhérente, que l'on va renverser au grenier sur une aire faite en plâtre; ces blocs doivent être rompus à la main. Les morceaux sont exposés à l'air pendant quelques jours; on racle ensuite leur superficie, et on les met à l'étuve pour les sécher entièrement. Les grumeaux d'amidon s'offrent alors avec des cannelures qui sembleraient indiquer une cristallisation grossière, mais qui ne proviennent réellement que de l'action de l'eau qui les creuse en s'écoulant. Cet amidon ainsi obtenu est toujours plus tenace et moins friable que celui de pomme de terre, à cause d'une certaine quantité de gomme et de gluten que ses molécules, en se précipitant, emprisonnent entre elles. Nous reviendrons sur les modifications de cette opération, en nous occupant des applications aux arts. Ce procédé convient à l'extraction de la fécule de tous les organes qui renferment du gluten, à l'orge, par exemple, dont les amidonniers se servent tout aussi bien que de la farine du froment.

1019. FÉCULE DE SEIGLE (*Secale cereale*, L.), fig. 25. — Les grains les plus gros de cette fécule atteignent  $\frac{1}{20}$  de millimètre; mais ce qui les distingue de toutes les autres féculs, c'est qu'ils sont aplatis et à bords tranchants comme des disques, et marqués pour la plupart, sur une de leurs faces, d'une croix noire ou de trois rayons noirs réunis au centre du grain. Cependant, nous avons eu l'occasion d'examiner divers échantillons de seigle, qui nous ont été adressés en 1834 par Bosson, pharmacien à Mantes (Seine-et-Oise), et dont les grains de fécule ne portaient pas cette croix dans leur intérieur.

1020. FÉCULE DE FÈVE DE MARAIS (*Vicia faba*,

L.), fig. 7. — Les grains sont ovoïdes ou mes, offrant souvent dans leur sein une interne comme enchâssée dans le principal, qu'ils sont un peu affaissés et presque vidés; ils atteignent à peine un millimètre. La fécule des semences des légumineuses se trouve dans les cotylédons.

1021. FÉCULE DE POIS VERT (*Pisum sativum*, L.), fig. 10. — Les grains de cette fécule ont à peu près les dimensions de celle de la fécule de pomme de terre; mais ils sont tout aussi fortement ombrés sur les bords que ceux de la pèlerine (1012); la face est bosselée. Les plus gros atteignent à peine un millimètre.

1022. FÉCULE DES BULBES DE TULIPE (*gesneriana*, L.), fig. 9. — Les grains sont assez uniformes dans leur aspect et leur configuration; lorsqu'on les extrait des bulbes de la plante, ils offrent une surface éclairée, des rides concentriques rayonnantes, dont la concavité regarde l'extrémité la plus effilée. Ces rides disparaissent par l'action de l'eau, exactement comme les rides d'un mouillé s'effacent, à mesure que le papier par l'évaporation de l'eau dont il était imbibé se dessèche. Ces jolis grains pyriformes un peu aplatis atteignent  $\frac{1}{20}$  de millimètre, mais je les ai vu ici à un grossissement une demi-fois plus grand que les autres, afin de mieux mettre en évidence les rides.

1023. FÉCULE DES TUBERCULES D'IRIS (*Iris florentina* ou *germanica*), fig. 13 et 14. — Les fig. 13 représentent les grains de cette fécule, lorsqu'on l'observe extraits du tubercule radicaire encore jeune (au mois de juin, par exemple); les fig. 14, au contraire, les formes qu'offre cette fécule au sortir du tubercule plus âgé; car on trouve alors des grains de fécule qui ont grossi, végété pour ainsi dire, et qu'ils ont contracté les formes les plus irrégulières. Dans le premier cas ces grains ne dépassent pas  $\frac{1}{100}$  de millimètre; dans le second ils atteignent jusqu'à  $\frac{1}{20}$  sur  $\frac{1}{32}$ . Cet accroissement est plus rapide même au printemps, lorsqu'on donne à eux-mêmes, au contact de l'eau, les tubercules d'iris récemment extraits de

Le jour les grains de fécule sont parvenus à l'état d'accroissement (fig. 14). C'est le fécule qu'on parfonnait l'amidon de l'ont on se servait, sous le nom de *pou-ndrer*, pour *enfariner* les perruques de res.

**FÉCULE ENVOYÉE DES ANTILLES SOUS LE NOM DE FÉCULE DE TOPINAMBOUR** (fig. 11). Je présenta en 1826, à la Société philomathique, nous dans la première édition de cette fécule envoyée par L'Herminier, et je l'annonça comme provenant des topinambours de la Guayane. Les tubercules radiculaires des topinambours cultivés en France ne donnent qu'une fécule colorable par l'iode, dont nous aurons à parler plus bas. Quoique, physiologiquement, le fait communiqué à la Société ne paraît pas impossible, cependant il était trop étrange pour ne pas avoir besoin d'une plus forte confirmation, avant d'être enregistré dans les annales de la science. Depuis cette époque L'Herminier est revenu en France, et il m'a assuré par erreur qu'on avait attribué cette fécule aux topinambours; mais il n'a pas pu se rendre compte du végétal d'où elle avait été extraite. Il en soit, les plus gros grains de cette fécule varient autour de la forme sphérique, et ont un diamètre de  $\frac{1}{25}$  de millimètre. »

Mon père, en sa qualité de créole ou de téméraire-compétent, nous a donné depuis le mot exact. Aux Antilles françaises la plante qui porte le nom de *topinambour* n'est pas l'*Helianthus tuberosus*, mais bien un balisier (un *canna*, un *anta* ou un *amomum*). Or, les dimensions des grains de cette fécule pseudonyme, se rapprochent, comme on le voit sur le tableau, de ceux de la fécule de l'*arrow-root* (*Maranta arundinacea*). L'*Helianthus tuberosus*, importé de la Guyane il y a cinquante d'années, se nomme aux Antilles *navet des Barbades*. D'après Pelouze, la fécule de l'*arrow-root* des Antilles semble une fécule de celle du *curcuma*.

**ARROW-ROOT OU FÉCULE DES TUBERCULES DE LA PLANTÉE A FEUILLES DE BALISIER** (*Maranta arundinacea*, L.), fig. 31. — « L'*arrow-root*, d'après Chim. trad. 1832, tom. V, p. 215), a été estimé par quelques médecins comme une fécule qu'on le vend très-cher, en sorte qu'on a dû le distinguer d'une manière sûre des autres fécules d'amidon. D'après Guibourt, on le

reconnaît sous le microscope, en ce que les grains d'*arrow-root* sont TRANSLUCIDES et plus PETITS que ceux d'amidon de pommes de terre, quoique leur forme et leur volume soient aussi variables. » Tout en félicitant Berzélius de sa bienveillance nouvelle envers les observations microscopiques, nous ne pouvons nous empêcher de déplorer l'espèce de complaisance qui l'entraîne à enregistrer, dans les catalogues qu'il revêt de l'autorité de son nom, des observations au moins aussi superficielles que celles qu'il emprunte à Guibourt (\*). D'après les caractères assignés par ce dernier à la fécule d'*arrow-root*, il y a en France peut-être cent végétaux, dont la fécule pourra être confondue avec cette substance brésilienne. Quelle fécule n'est pas translucide? et quelle fécule est plus translucide que celle du *Solanum*? Ensuite quelle fécule, à l'exception de la fécule de la graine de *Chara* (1009), n'a pas les grains plus petits et le volume tout aussi variable que celle de la fécule de pomme de terre? Quant aux formes, combien n'en existe-t-il pas dont les formes varient à l'infini? Il suffit pour cela de jeter un coup d'œil sur la planche 6. Mais, par un hasard assez malencontreux, il arrive que, bien loin d'être translucides, les grains d'*arrow-root* sont plus fortement ombrés que tous ceux que nous avons déjà observés, et ils offrent des caractères que nous n'avons jamais rencontrés sur ces derniers; les voici :

La fécule d'*arrow-root* examinée en grand a un aspect cristallin, mais mat; elle est plus rude au toucher que celle de pomme de terre, et presque autant que celle d'amidon de froment; elle renferme des grumeaux qui résistent à la pression et craquent sous les doigts. Examinée dans l'eau au microscope, elle offre des groupes de cinq à six et même de dix à douze grains, que le mouvement le plus rapide et l'agitation le plus prolongée ne parviennent pas à désassocier, et qui voyagent de compagnie dans le liquide.

Mais ce qu'il y a de plus distinctif dans les caractères physiques de cette fécule, c'est que chacun de ces grains représente une moitié, un quart, un tiers, etc., de sphère solide, que d'autres sont de petits cylindres ayant une extrémité arrondie en calotte et l'autre aplatie, enfin que d'autres ressemblent exactement à des molettes de peintre; en sorte que chacun de ces grains a toujours une ou plusieurs surfaces anguleuses, dont la réfraction

(\*) Voyez l'analyse et la critique du travail de Guibourt, *Annales des sciences d'observation*, tome II, n° 1, page 90, avril 1829.





de  $\frac{1}{35}$  de millimètre. Ils affectent la forme ronde, et offrent, dans leur centre, un point noir qui provient d'un jeu de lumière dû à la constance de leur structure interne, ou à la réflexion de leur surface.

On trouve deux espèces de *tapioka* : le *manioc doux* et le *manioc amer*. C'est de la racine du *doux* qu'on extrait en Amérique, et dans les colonies, une fécula abondante, connue sous les noms de *cassave* ou *moussache*. Les blanchisseuses s'en servent pour blanchir le linge, quoiqu'elles préparent par cet usage la fécula d'*arrow-root*, qu'on appelle improprement *sagou*. L'*arrow-root* doit fournir un amidon moins pur (25).

Le résidu de la racine, qui reste sur le tamis, est légèrement torréfiée ; on la broie en poudre fine, que l'on vend sous le nom de *coucoussé* ou *tapioka* ; bouillie avec de l'eau, elle forme un aliment aussi nutritif que le blé.

Le *pain de cassave* est une préparation alimentaire, tirée également des racines du *manioc amer*. On les lave lorsqu'elles atteignent la maturité. On les coupe en deux, on exprime la pulpe dans des pressoirs doubles, on l'étend sur des planches en couches d'un à deux pouces d'épaisseur, et on la fait cuire en forme de galettes, qu'on sèche au soleil sur le toit de chaume des habitations des nègres.

La racine du *manioc amer* renferme un principe amer, qui paraît être un mélange d'acide tannique et de sucre.

**FÉCULE D'ORGE** (*Hordeum vulgare*, L.). — Les grains de cette fécula, qui ne dépassent pas  $\frac{1}{2}$  de millimètre, ont l'aspect et les formes du grain de froment. Les amidonniers soumettent l'orge aux mêmes procédés que le blé, pour en obtenir de l'*amidon*.

**FÉCULE DE MAÏS** (*Zea mays*, L.). — Presque tous les grains de cette fécula sont endommagés par la présence de la gomme et le sucre, que renferme le résidu de cette céréale, leur font contracter une dureté et une adhérence qui empêchent la dessiccation. La plupart restent agglutinés, et présentent l'aspect d'un tissu cellulaire à mailles serrées ; tous sont plissés ou plus ou moins irrégulièrement

arrondis : les plus gros dépassent à peine  $\frac{1}{40}$  de millimètre, et ce ne sont pas les plus nombreux. Mais si, au lieu d'examiner la fécula dans la farine mouluë, on l'examine au sortir de la semence jeune et à l'époque où le péricarpe est, pour ainsi dire, encore laiteux, les grains ont alors un tout autre aspect ; ils sont parfaitement sphériques, lisses, intègres ; en sorte que, toutes proportions gardées, il me paraît évident qu'on obtiendrait plus de fécula, par l'expression des semences prises un peu avant l'entière maturité, que par la mouture des semences mûres (1018). Car les grains intègres et non crevassés tomberaient au fond du liquide par la première méthode, tandis que par la seconde, ayant été altérés, brisés, déchirés par la meule, ils cèdent à l'eau leur substance soluble, et restent suspendus dans le liquide, avec la légèreté des simples légumineux. Voilà pourquoi Parmentier, qui a fait usage de la seconde méthode pour analyser le maïs, a obtenu si peu de fécula de la farine de cette céréale (*Mém. sur le maïs*, Bordeaux, 1785, in-4°).

1032. FÉCULE DES BULBES de l'*Ornithogalum umbellatum*. — Grains de fécula mous, s'agglutinant sur le porte-objet par la dessiccation, à cause du mucilage dont ils sont enduits ; ovoïdes, obscurément trigones, réniformes, ayant les plus gros  $\frac{1}{40}$  de millimètre.

1033. FÉCULE D'ORCHIS OU SALEP (*Orchis morio*, *mascula*, *pyramidalis*, *latifolia*, *conopsea*, *maculata*, L., et autres orchis indigènes). — Depuis plus de quatre-vingts ans, les auteurs français de matière médicale recommandent le salep indigène comme un excellent succédané du salep asiatique. On l'obtient, en lavant les tubercules d'orchis dans l'eau fraîche, les enfilant à la manière d'un chapelet, et les faisant bouillir dans l'eau pendant vingt à trente minutes, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'on s'aperçoive qu'ils commencent à se réduire en mucilage ; on les retire alors de l'eau, et on les fait sécher au soleil ou à l'étuve. Une discussion s'éleva, il y a quelques années, parmi les membres de la section de pharmacie de l'école de médecine ; Vauquelin assurait que les tubercules d'orchis renfermaient abondamment de la fécula ; Robiquet, au contraire, soutenait ne pas y en avoir trouvé de traces ; et comme il est impossible de se méprendre en grand sur les caractères de la fécula, et que les deux auteurs étaient également recommandables par l'esprit d'exactitude avec laquelle

ils procédaient dans toutes leurs recherches, on était porté naturellement à conclure que le même organe pouvait contenir de la fécule ou en être privé totalement dans la même espèce; mais voici l'explication de l'anomalie :

La tige d'*Orchis* sort d'un tubercule qui la nourrit, et qui par conséquent s'épuise de jour en jour. Mais à mesure que la tige commence à surgir de ce tubercule, il part, entre plusieurs radicelles simples, un nouveau tubercule qui grossit de plus en plus, et qui doit survivre à la tige ainsi qu'au tubercule maternel, afin de propager l'espèce. S'il arrive à un chimiste de chercher de la fécule dans le tubercule sphacélé, il n'en trouvera certainement pas, et c'est probablement ce qui est arrivé à Robiquet; mais ce même tubercule en avait possédé avant de se sacrifier à la nutrition de la tige. Si on en cherche dans le nouveau tubercule trop jeune, on n'en trouvera pas davantage. En conséquence, il faut cueillir les tubercules d'*orchis* immédiatement après que les fleurs de la tige commencent à se passer; c'est l'époque où le tubercule nouveau est le plus riche en fécule et en arôme.

Les grains de fécule d'*orchis*, examinés avant d'avoir été réduits en salep par l'ébullition, apparaissent sphériques, et ne dépassent pas, les plus gros du moins,  $\frac{1}{100}$  de millimètre; dans quelques espèces ils restent même à la grosseur de  $\frac{1}{200}$ .

1034. FÉCULE DE SARRASIN (*Polygonum fagopyrum*, L.).— La farine en est jaune comme le pollen de cèdre; les grains de fécule en sont si petits, qu'ils atteignent rarement  $\frac{1}{100}$  de millimètre. Le tissu cellulaire qui les contient s'éclate, sous la meule, en fragments anguleux de  $\frac{1}{7}$  à  $\frac{1}{10}$  de millimètre, qui, par leurs facettes et leur aspect jaunâtre, rappellent les granules grassex que l'on voit figurés par réfraction sur la pl. 10, fig. 33. Par l'effet d'une certaine macération, on parvient à distinguer les grains de fécule dans le sein de ces fragments.

1035. FÉCULE DES CÉRÉALES QUI SERVAIENT A L'ALIMENTATION DES HOMMES, IL Y A TROIS MILLE ANS ENVIRON. — Il arriva à Paris, en 1826, une collection d'antiquités égyptiennes, dont la richesse fixa vivement l'attention de toutes les spécialités de la science. Parmi les objets qui frappèrent spécialement les botanistes et les pharmaciens de la capitale, se trouvaient des céréales, que ces

observateurs inscrivirent, dans le catalogue de la collection, sous le nom de *froment* trouvés dans les momies. D'examiner sous quelle forme la fécule des grains avait traversé trente siècles dans des sarcophages, il nous fut facile d'obtenir une certaine quantité de l'obligeance de M. Passalacqua. En examinant ces grains plus près, il nous sembla que les plus anciens botanistes de la capitale avaient procédé légèrement à la détermination de ces grains, car chacun de ces grains portait un caractère tout à fait étranger aux grains de froment, et au contraire caractéristique de toutes les variétés d'orge, à l'exception d'une seule, l'*orge perlée*, l'un d'eux en effet était intimement lié à un fragment plus ou moins considérable de paillettes, qui constituent le calice de toutes les céréales (\*). Mais nos grains antiques différaient de l'orge moderne, en ce qu'ils offraient, sur ses surfaces dénudées, une couleur rougeâtre qui ne provenait d'aucune substance embaumante; en ce qu'elle était gonflée beaucoup plus large que celle de l'orge moderne, et rondie, tandis que nos grains d'orge sont en effet surtout, en ce que le sommet ne présente aucun de ces poils soyeux, qui forment le caractère distinctif de tous les grains de céréales. Mais je remarquai bientôt, par une attention minutieuse, que l'embryon s'était déplacé de sa place ordinaire, que les deux couches externes du grain s'étaient détachées par la dessiccation, et avaient emporté avec elles les poils qui leur servent de support; que l'intérieur du grain présentait des crevasses analogues à celles qu'on occasionne la cuisson du pain. Enfin examinée au microscope, ne se composait que de deux éléments colorables en bleu par l'iode, et on voyait aussi quelques grains crevassés qui se vidaient dans l'eau après un séjour prolongé; enfin des parcelles de gluten qui avaient perdu toute leur primitive élasticité.

Il était évident à mes yeux que les grains trouvés dans les sarcophages des momies n'avaient été soumis à la torréfaction, formalité que Moïse conserva et prescrivit par la loi, à l'égard des prémices de la récolte, que l'on offrait à *Jéhovah* (*Lévitique*, c. 23, v. 10 et 15). Il ne me resta plus le moindre

(\*) *Nouv. syst. de physiologie végétale et de bot.* et 1916.

soumis à une torréfaction suffisante, ller en fer, une certaine quantité de re orge moderne; j'obtins en effet ressemblaient tellement aux grains e les membres de la Société philoma-eurent sous les yeux, avaient de la distinguer. Les grains de la collec-donc pas des grains de blé, mais des e *torréfiés* (\*). N'allons pas cepen-nséquence qu'il n'existait alors ni, ni avoine, etc.; ce fait ne prouvait chose, c'est que dans les momies il ne s'en était pas trouvé. Plus tard, in 1834, j'ai reçu de l'obligeance de ervateur du Musée égyptien du Lou-iet de céréales des momies, qui se grains d'orge et de grains de blé en s; mais ces céréales ne paraissent omises à une température aussi éle-ains de Passalacqua, tant l'extérieur éformé. Cependant le péricarpe de par l'influence du feu, une altération

me est dur, corné, rouge violet ns l'eau, il prend peu à peu une e; et après un séjour de cinq à six liquide, il se délite sous la pression une farine grossière et ligneuse, en ciure de bois. Cette farine, examinée, se présente telle que le montre la Ici ce ne sont plus les grains de fé-

cule qui se sont isolés, ce sont les cellules gluti-neuses, pleines de grains de fécule, qui se sépa-rent, en décollant leurs parois respectives, et en se désagglutinant par la dessiccation. Ces cellules desséchées et isolées par une espèce de retrait offrent toutes les facettes qui émanent de la com-pression mutuelle des organes (743); elles affec-tent diverses formes et diverses dimensions, de-puis  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  de millimètre de long, sur  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$  à  $\frac{1}{14}$  de large. La fig. 35 les représente au grossisse-ment 350 du microscope double. L'iode colore tous ces paquets en beau bleu violet. Sous le rapport physiologique, chacun de ces paquets est l'analogue d'un grain de fécule (1003), dont la cellule gluti-neuse formerait le légument.

Les grains de blé antique possèdent un péri-sperme si blanc, qu'au premier coup d'œil, on serait porté à croire qu'ils n'ont subi aucune espèce de torréfaction; rien ne les distingue du reste, à l'œil nu, des grains de blé moderne. Mais le gluten n'en a pas moins perdu toute sa ductilité; il n'est plus susceptible de former pâte à la ma-laxation, il se délite comme celui de l'orge an-tique; quant aux grains de fécule, ils sont presque tous aplatis en ménisque, d'autres sont affaissés, d'autres crevassés; et beaucoup de léguments flot-tent larges et distendus dans le liquide.

La dimension des grains de fécule de l'orge et du blé antiques est la même que celle des grains de fécule de l'orge et du blé modernes.

*au des dimensions les plus grandes auxquelles parviennent les grains des féculs ci-dessus énumérées.*

Plantes.	Organes d'où on extrait la fécule.	Dimensions en millim. des grains de fécule.	Figures de la pl. 6. qui les représentent.
. . . . .	rhizomes	$\frac{1}{7}$	17
(993)			
re . . . . .	tubercules	$\frac{1}{8}$	1, 2, 29
<i>tuberosum</i> , L.)			
eau . . . . .	fruit	$\frac{1}{10}$ sur $\frac{1}{12}$ .	36
(dans.) (999)			
. . . . .	graine	$\frac{1}{10}$	3
<i>pidia</i> , L.)			

travail inséré dans les *Mémoires du Muséum* *Bullet. univ.*, 1re sect., janvier 1827—. Dans *vie médicale*, tom. III, pag. 181, J. F. en a e, d'après une méthode de rédaction toute consiste à transcrire littéralement le texte de charge d'analyser les expériences, et à ap-an bas de l'extrait. Il n'y a au monde que

l'auteur analysé, qui soit en état de reconnaître le stratagème, et de découvrir que la première personne de tous les verbes de l'analyse équivaut ainsi à la troisième personne, et ne désigne rien moins que le consciencieux rédacteur, qui, pour son propre compte, avait imprimé tout le contraire, deux mois au-paravant.

Noms des plantes.	Organes d'où on extrait la fécule.	Dimensions en millim. des grains de fécule.	Figures de la pl. qui les représentent.
Sagou . . . . . ( <i>Cycas circinalis</i> , L.)	moelle	1 10	5
Lis des Incas . . . . . ( <i>Alstroemeria pelegrina</i> , L.)	bulbes	1 10	6
Avoine . . . . . ( <i>Avena sativa</i> , L.)	périsp. des semences	1 14 sur 1 33.	24 32
Charaigne . . . . .	articulations	1 14 sur 1 20.	4
Lupin . . . . . ( <i>Lupinus hirsutus</i> , L.)	cotyléd. de l'embryon	1 15	
Haricot . . . . . ( <i>Phaseolus vulgaris</i> , L.)	<i>ibid.</i>	1 15	
Igname . . . . . ( <i>Dioscorea sativa</i> , L.)	tubercules	1 17	8
Lentille . . . . . ( <i>Ervum lens</i> , L.)	cotyléd. de l'embryon	1 17	26, 31
Froment . . . . . ( <i>Triticum sativum</i> , L.)	périsp. des graines	1 20	12
Seigle . . . . . ( <i>Secale cereale</i> , L.)	<i>ibid.</i>	1 20	25
Fève des marais . . . . . ( <i>Vicia faba</i> , L.)	cotyléd. de l'embryon	1 20	7
Pois vert . . . . . ( <i>Pisum sativum</i> , L.)	<i>ibid.</i>	1 20	11
Tulipe . . . . . ( <i>Tulipa gesneriana</i> , L.)	bulbes	1 20	9
Iris . . . . . ( <i>Iris florentina et germanica</i> , L.)	rhiz. pris en octobre	1 20	14
Arrow-root . . . . . ( <i>Maranta arundinacea</i> , L.)	tubercules des racines	1 25	31
Fausse fécule de topinambour d'Amé- rique . . . . .		1 25	11
Vesce . . . . . ( <i>Vicia sativa</i> , L.)	cotyléd. de l'embryon	1 25	
Nénufar . . . . . ( <i>Nymphaea lutea</i> , L.)	racines	1 25	
Orobanche . . . . . ( <i>Orobanche ramosa</i> , L.)	base tubéreuse de la tige et ovaire	1 25 sur 1 50.	
Marron d'Inde . . . . . ( <i>Æsculus hippocastanum</i> , L.)	cotyléd. de l'embryon	1 33	
Châtaigne . . . . . ( <i>Castanea vesca</i> , L.)	<i>ibid.</i>	1 33	
Tapioka . . . . . ( <i>Janipha maniot</i> , L.)	racines	1 35	
Orge . . . . . ( <i>Hordeum vulgare</i> , L.)	périsp. des graines	1 40	
Mais . . . . . ( <i>Zea mais</i> , L.)	<i>ibid.</i>	1 40	
Dame d'onze heures . . . . . ( <i>Ornithogalum umbellatum</i> , L.)	bulbes	1 50	
Orchis . . . . . ( <i>Orchis latifolia</i> , L.)	tuberc. uniq. de l'année	1 50	

# SYSTÈME OU CHIMIE DESTILLÉE

Organe d'où on extrait le lichen.	
ble . . . . .	tubercules nombreux
<i>fulentus</i> , L.)	
. . . . .	racines
<i>a</i> , L.)	
. . . . .	gros tuberc. en naves
<i>batatas</i> , L.)	
. . . . .	rhizomes de juin
<i>na</i> , L.)	
. . . . .	périsp. de la semence
<i>iliaceum</i> , L.)	

noté dans ce tableau que les dimensions les plus grandes . . . . .  
 inner et les plus petites qui ont pour limite la puissance de . . . . .  
 es qui varient à l'infini et affectent toutes les fraction . . . . .

## nce féculoïde des lichens.

u triturer les lichens, ils ne don-  
 re que l'on puisse assimiler, par  
 aractères physiques, aux fécules  
 s de parler dans les précédents  
 ndant, si l'on plonge les expan-  
*d'Islande* (*Lichen islandicus*,  
 solution d'iode, ses expansions  
 ent pas à prendre une couleur  
 . qui devient de plus en plus  
 e loin on croirait brune. Une fois  
 isions imitent, à s'y méprendre,  
 marines de la famille des *Fucus*  
 -je; et leur exposition prolong-  
 et état ne les dépouille pas de  
 rien est pas de même, si on les

tient exposées à l'air, car ces  
 pas à perdre cette coloration brune  
 reprendre leur premier color.  
 L'eau favorise l'évaporation  
 attaché au tissu du lichen. Et  
 aucun indice de sa formation.  
 puisse faire présumer que le  
 tissu qu'en décomposant on  
 hydracide et un oxacide.

1033. Soumis à une ~~analyse~~  
 l'eau, et après avoir été blanchi  
 ces expansions ~~se dissolvent~~  
 ques, en conservant ~~une~~  
 parentes et ~~par~~ ~~les~~  
 frent. Ce ~~est~~ ~~un~~  
 grumeau opaque  
 et dimension. ~~se dissout~~

Le lichen d'Islande, s'applique éga-  
 . . . . . *Lichen plicatus*, *barbatus*, *fus-*

est raisonnable à penser que c'est à  
 substance féculoïde, que les  
 semble ou purpurine qui les  
 d'autre effet que de reporter  
 probablement certains organes  
 combustion de la substance  
 que l'iode tend à abandonner  
 s'évaporer ou à se combiner  
 suspendues dans le liquide.  
 ayant lieu sur des organes  
 qu'il autant également  
 des organes denses  
 ou dense, qui protè-  
 de l'eau ambiante. J  
 marin pourrait bien être  
 colorée, entre l'ac-  
*Lichens*.

bleu par l'acide ~~pur~~  
 temps . . . . .  
 L'exposition  
 faut . . . . .  
 par le ~~l~~  
 rose . . . . .  
 met. ~~un~~  
 le ~~un~~  
 e  
 le ~~un~~  
 e



e  
 or  
 40-  
 i  
 q  
 it  
 a  
 si  
 i  
 ir  
 vel  
 ene  
 et  
 fu





*(Faint handwritten notes or bleed-through from another page)*

graines de  
pois et  
tracure  
trouver  
le farine  
rons 1860  
mbres et  
vir la na  
er la fécul  
re Souve  
la substan  
un résultat  
me de la farine  
les plus gr  
restent pres  
dent que l'a  
sailli a un se  
cessaire d'avoir  
us et commier  
substances dont  
mise en grand  
opique et com  
pandus au hasard  
plus bas à quel  
ne des céréales au

tion d'une farine est  
en quelques minutes,  
nues dans l'histoire de la  
de de la pl. O du présent  
ra suffira pour reconnaître  
la forme du grain. L'emploi i  
indiquera sur-le-champ les dif-  
churs, et dispensera du procédé  
pro, et de saigner pour certaines  
ni à la loupe ou microscope, le  
mar le (\$50) et une lentille de 1 ligne  
suffisant simplement toutes les condi-  
satisfaisantes. C'est avec ce simple ap-  
lat fort on plus  
aux, et la machine  
on par...

trez; vous obtiendrez peut-être la substance féculente pure, dans un plus bref délai (\*).

§ XIV. *Applications pratiques des expériences exposées dans les douze paragraphes précédents.*

1045. Les fécules obtenues à l'état de pureté, et dépouillées des substances étrangères qui peuvent rester adhérentes à la surface de leurs grains intègres, sont toutes chimiquement identiques, et toutes également propres aux divers usages auxquelles on les destine. Il en est pourtant, comme la fécule de bryone (*Bryonia alba*, L.), qui retiennent toujours, quoi qu'on fasse, des quantités appréciables de la substance vénéneuse qui leur est associée dans les organes de la plante. On emploie alors, à l'effet de dépouiller ces fécules de cette substance étrangère, un acide ou un alcali (la potasse) assez étendu, pour ne point attaquer les téguments de la fécule (935), tout en dissolvant le principe amer et malfaisant.

1046. ÉCONOMIE DOMESTIQUE. — Il arrive très-souvent, au moins à Paris, que la fécule que l'on soumet à l'ébullition dans le lait, après s'être un instant épaissie, devient, par une ébullition un peu plus prolongée, aussi fluide que le lait lui-même. Cela résulte de l'action du sous-carbonate de potasse, avec lequel les nourrisseurs de la capitale sophistiquent leur lait, afin de l'empêcher de tourner. Ce sel corrode et finit par déchirer les téguments de la fécule, et par rendre rigides leurs fragments, ce qui s'oppose à la formation de l'empois (937). Peut-être serait-ce là un moyen de reconnaître la sophistication?

1047. REPASSAGE DU LINGE. — Pour repasser le linge, on peut employer, non-seulement l'amidon de froment, mais encore la fécule de pomme de terre, celle des marrons d'Inde, etc.; et d'un autre côté on peut en faire usage, soit à froid, soit à chaud, à l'état d'empois ou à l'état de poudre. Dans ce dernier cas, l'effet sera le même, si les fers à repasser sont suffisamment chauffés; il suffit de délayer en effet la fécule dans un peu d'eau, d'en imprégner le linge en le battant entre les mains, et d'appliquer le fer chaud quand le linge est encore humide; les grains de fécule éclat-

eront sous l'influence de la chaleur, et les fragments s'étendront en se combinant avec le linge est imprégné, la substance solide se dissoudra en partie dans cette humidité, sera collé et séché par le même coup; mais il le sera plus régulièrement et d'une manière plus fine.

1048. NUTRIBILITÉ DE LA FÉCULE. — La fécule n'est réellement nutritive pour l'homme qu'après l'ébullition; la chaleur de l'estomac ne suffit pas pour faire éclater tous les grains de la fécule, que l'on soumet à la rapide ébullition de cet organe. L'estomac des bestiaux, au contraire, finit de tous les animaux herbivores, par rapport d'une propriété particulière, ils ne dévorent les substances féculentes qu'après l'ébullition. Cependant des expériences constatent les heureux effets de la fécule sur les pommes de terre qu'on leur sert, et de la cuisson de la farine d'avoine, par laquelle elle place les grains entiers de cette céréale dans l'estomac. En soit, il est évident que les grains bien cuits pour ces animaux, bien plus nutritifs que les grains entiers, qu'ils rendent, en si grande quantité, aussi intacts qu'ils les ont avalés. Quant à la substance soluble soit plus nutritive que les féculents, c'est une hypothèse et non un fait; nous renvoyons à l'article de la féculente les développements relatifs à la nutritivité et à la qualité des substances alimentaires.

1049. PANIFICATION. — Elle a pour but d'éclater tous les grains de fécule, qui sont associés à une substance éminemment nutritive, dont nous nous occuperons plus tard, l'on nomme *gluten*. Les pains les plus nutritifs sont ceux qui proviennent des froments riches en un *gluten* élastique; le *gluten*, se soulevant en larges crevasses par la dilatation des gaz qu'il emprisonnait, chaque grain féculent d'assister à la cuisson du calorique et d'éclater comme par la cuisson. Aussi, après la panification, si la pâte n'est préalablement bien pétrie, ne trouve-t-on dans la pâte un seul grain de fécule qui n'ait éclaté. Le pain sera donc d'autant plus mat et plus nutritif qu'il renfermera moins de ce *gluten* élastique; voilà pourquoi les pains de seigle et d'orge

(1) Je ne serais pas éloigné d'attribuer, à la présence de ce mucilage, la promptitude avec laquelle la couleur bleue imprimée par l'iode disparaît à plusieurs reprises, même dans un flacon bouché. Les sels emprisonnés dans les mailles impercep-

tibles de ces fragments s'empareraient, dans cette circonstance, de l'iode; car, après trois ou quatre nouvelles applications, la couleur ne disparaît pas.

ales d'ailleurs, sont moins nourrissants que le froment. Le pain de froment sera d'autant plus mat et moins parfait, que la farine aura été plus ou moins mélangée avec telle farine ou avec telle ou telle fécule. On a observé que plus on mêlait de fécule à la farine, moins le pain acquerrait de poids : ainsi 6 de farine donnent 8 de pain, tandis que 3 de farine de froment mélangées à 3 de fécule de pomme de terre ne donnent que 5 de pain. En voici la raison : les grains de fécule ne s'imbibent pas d'eau, ils ne font que gonfler ; en d'autres termes, ils ne retiennent l'eau que par adhérence ; le gluten, au contraire, s'imbibe d'eau, comme le ferait une éponge ; le pétrir et plus il en absorbe ; or c'est sous cette circonstance, dont le poids s'ajoute au poids de la farine. Deux raisons s'opposent à ces sortes de mélanges ; et cette opposition, pour n'être pas un crime, n'en est pas une fraude ; puisque le résultat immédiat est de diminuer à la fois le poids et la qualité du produit.

**SOPHISTICATION DES FARINES PAR LA FÉCULE.**  
 Dans les trois ou quatre années qui précèdent la publication de la première édition de cet ouvrage, je rencontrai peu de farines, vendues à Paris, qui ne contiussent une quantité appréciable de fécule de pomme de terre. Celle-ci était à si bas prix, que le vendeur gagnait 25 pour 100 par ce mélange. Quoiqu'il n'y eût aucune altération dans l'aspect de la farine, cependant, avec un peu d'habitude, on pouvait à bout de la découvrir à l'œil nu, quand elle était en assez grande quantité ; la farine avait un aspect cristallin, qui ne lui est pas naturel. Au microscope la fraude devient facile à découvrir, et je me ferais fort de la reconnaître quand même la farine n'en renfermerait qu'une petite quantité. Depuis cette époque, le prix de la fécule de pomme de terre s'est tellement élevé, que la multiplicité de ses emplois, que les vendeurs de farine n'ont plus trouvé un assez grand bénéfice à sophistiquer leurs denrées par le mélange de cette espèce de fécule, et la fraude est devenue moins fréquente. Les fournisseurs des administrations publiques, obligés d'acheter l'indulgence de bien des employés, sont la farine convenue, avec des farines

plus grossièrement obtenues des graines de rebut, telles que les féveroles, les mauvais pois et même les vesces, etc. (\*). Si l'on peut se procurer une minime quantité de ces farines, ou trouver, dans le pain, un de ces grumeaux intacts de farine que les boulangers nomment des *marrons* (960), il sera possible, avec le secours des nombres et des figures que je publie (1036), de découvrir la nature du mélange. Qui se méprendrait sur la fécule de seigle, de lentilles, de pomme de terre ? Souvent, sans pouvoir préciser la nature de la substance étrangère, il sera facile d'obtenir un résultat négatif. Soit une farine donnée comme de la farine de froment ; si les grains de fécule les plus gros au lieu d'atteindre  $\frac{1}{20}$  de millimètre, restent presque au-dessous de  $\frac{1}{40}$ , il sera évident que l'assertion est fautive. Pour arriver ensuite à un second résultat positif, il sera nécessaire d'avoir recours, et à des données statistiques et commerciales, sur le prix et l'origine des substances dont on soupçonne la présence, et à l'analyse en grand, et quelquefois à l'analyse microscopique et comparative des divers organes répandus au hasard dans cette farine. Nous verrons plus bas à quels organes on reconnaît la farine des céréales au microscope (\*\*).

1032. Ainsi, la sophistication d'une farine est susceptible d'être constatée en quelques minutes, à l'aide des notions contenues dans l'histoire de la fécule, et surtout à l'aide de la pl. 6 du présent ouvrage. Un coup d'œil suffira pour reconnaître les différences dans la forme du grain. L'emploi du *micromètre* (504) indiquera sur-le-champ les différences de grandeurs, et dispensera du procédé de la double vue, procédé fatigant pour certaines personnes ; quant à la qualité du microscope, le microscope simple (450) et une lentille de  $\frac{1}{2}$  ligne de foyer, rempliront amplement toutes les conditions de cette expérience. C'est avec ce simple appareil, que nous nous sommes fait fort, en plus d'une circonstance, de reconnaître, à la minute même, la sophistication d'une farine par  $\frac{1}{100}$  de fécule de pomme de terre, et que nous avons eu plus d'une occasion de tenir notre promesse. Mais les membres de nos Sociétés d'encouragement ne se rendent pas à l'évidence qui ne leur vient pas de quelque coin officiel ; quant aux membres du conseil de salubrité publique (\*\*\*), ils ont des raisons

\* Le Lycée, 4 décembre 1831.

Je ne saurais trop inviter les botanistes à dessiner les grains de fécule des plantes dont ils publient les figures,

comme ils dessinent les grains de pollen, et d'en noter la grandeur réelle.

(\*\*\*) Ne confondez pas ce conseil, qui est dans les attributions

palpables, pour se montrer rétifs à certains aversissements. Aussi avons-nous vu, depuis la publication de ce livre, les facteurs de la halle au blé, les syndics de la boulangerie, réunir à ce sujet leurs vœux à ceux de la *Société d'encouragement*, Société qui, encourageant tout ce qui se présente à elle, a le grand malheur d'encourager après coup, et de récompenser de fort singulières choses; et il a été proposé un prix à l'auteur, qui indiquerait le meilleur procédé, pour découvrir, si les farines sont pures ou sophistiquées par la fécule de pomme de terre, et en quelles proportions celle-ci entre dans la sophistication. Il était sous-entendu qu'on n'accepterait pas le procédé si simple et si expéditif de la nouvelle méthode, et qu'il en fallait un conforme aux vieilles habitudes de ces messieurs. Différents travaux et différents bouts de note ont été présentés au jugement de ces diverses corporations, et il s'est trouvé jusqu'à présent que nul n'avait rempli les conditions du programme. Les uns ont comparé les diverses colorations que donnait l'iode aux divers mélanges; les autres ont commencé par séparer le gluten de l'amidon, par établir séparément le poids des deux substances; ensuite, suivant en partie l'idée que nous avons indiquée dans notre analyse du pain des prisons, ils ont cherché à mesurer les couches du précipité féculent. bien sûrs que la fécule de pomme de terre étant plus grosse et plus pesante que la fécule de froment, se précipiterait plus vite et formerait sa couche au fond du vase avant celle-ci; à cette indication ils joignaient la coloration par l'iode, qui affecte, sur la fécule de froment, une nuance tout autre que sur la fécule de pomme de terre. Or, rien de tout cela ne saurait fournir des règles fixes et invariables.

En effet, la coloration peut bien indiquer une différence entre l'amidon de froment ordinaire et la fécule de pomme de terre intègre; car l'amidon de froment est mêlé à des sels en grand nombre qui sont capables d'enlever l'iode à la fécule, il est mêlé à des parcelles de gluten, qui sont dans le cas de masquer et d'altérer la coloration bleue; mais encore la plupart de ses grains sont déchirés par la meule, et cèdent au liquide leur substance soluble, qui se colore en beaucoup moins intense ou plutôt en violet, et dont nuancer d'autant la coloration des grains intègres. Or, après quelques essais préliminaires, les sophistes de tous les métiers ne manqueraient pas d'imprimer tous ces caractères à la

de la perfection de police, avec l'assurance de son exactitude, et de démontrer de la sorte que les sophistes de tous les métiers ne manqueraient pas d'imprimer tous ces caractères à la



se sert même pour mieux tromper, et de l'analyse et de la vérification légale.

### THÉRAPEUTIQUE.

La fécule est ordonnée en médecine aux faibles et valétudinaires; mais il est évident que la fécule pure étant, dans tous les végétaux, chimiquement, doit être identique à ses propriétés médicales. Il y aurait un arlatanisme à imposer au malade l'une plutôt que de l'autre, et de préférer, surtout, une fécule exotique et d'un prix élevé à une fécule indigène et moins chère. En effet, le sagou (1011), qu'il est si facile de se procurer, et l'arrow-root (1025), doivent dans tous les cas être remplacés par la fécule de pomme de terre, sans besoin torréfiée.

Il n'est pas de même du salep (1053) et du sagou (1071). Car le salep agit, non-seulement par son mucilage, mais encore par son principe résineux, et son principe résineux ne rencontre pas associés à la fécule d'autres principes végétaux, et qui le rendent éminemment utile aux personnes épuisées par des excès de travail. Il faut en dire autant du lichen, qui, par son mucilage propre, son mucilage et sa substance résineuse, possède encore une substance qui peut ajouter des propriétés vertueuses propriétés pectorales et adoucissantes. La fécule pure, celle de la pomme de terre, est préférable à toutes nos féculs indigènes, à cause de la facilité avec laquelle ses grains se dépouillent, par les lavages, des substances étrangères que peuvent renfermer les tubercules de cette solanée, et du bas prix auquel on peut la procurer. L'amidon de froment ne possède tous ces avantages, et retient toujours, dans sa masse, une portion des substances acides, et glutineuses, qui existaient avec lui dans le blé, ou qui se sont formées dans l'acte de la fermentation.

### DE LA FÉCULISTE ET DE L'AMIDONNIER.

**PRÉCAUTIONS.** — La mouture altérant considérablement les grains de fécule (1018), il s'en fait une grande perte dans l'extraction. D'un autre côté, la chaleur produite par la fermentation fait perdre un assez grand nombre de grains, et pour-

est utile de faire observer que ce blé scié avant sa maturité serait d'une moins bonne qualité pour les usages de la grande douceur le rendrait facilement attaqué par les charançons. Comme substance alimentaire, sa

tant la fermentation est nécessaire pour décomposer le gluten de la farine. Il y aurait un moyen d'éviter ces deux occasions de déchet, en employant, pour l'extraction de l'amidon, les grains de céréales, avant leur complète maturité, et à l'époque où le péricarpe s'échappe tout facile sous la pression des doigts; car à cette époque les grains d'amidon sont parvenus à leur maximum d'accroissement, et le gluten n'a pas encore acquis ses propriétés ordinaires; en sorte qu'il est à présumer que les grains de fécule extraits à cette époque tomberont tous au fond du vase, sans entraîner avec eux aucune parcelle de gluten assez appréciable pour nécessiter une fermentation. Le déchet serait nul, et la perte de temps moins grande (\*). Dans plusieurs pays, les amidonniers semblent avoir pressenti l'efficacité de ce moyen, car, au lieu de se servir de farine de mouture, ils laissent tremper dans l'eau les grains de céréales, jusqu'à ce qu'ils se ramollissent, et qu'ils donnent un suc blanc par la pression. Alors ils les enferment dans des sacs de grosse toile, qu'ils soumettent à la presse à plusieurs reprises, ayant soin de les tremper dans l'eau, à chaque nouvelle pression. Il est vrai qu'ensuite ils font fermenter toutes les eaux obtenues, lavent le dépôt qui s'y forme, et le dessèchent à une douce chaleur; mais au moins ils n'ont là que le déchet provenant de la fermentation, et ils évitent celui qui proviendrait de l'altération des grains de fécule écrasés par la meule.

1056. Dans ces diverses opérations, on sacrifie le gluten, qui se dissout par l'acidification dans le liquide, et qui dès lors n'est susceptible que de servir à des destinations accessoires, que pourraient remplir avec un égal avantage des produits d'une moindre valeur. On s'occupe aujourd'hui de recueillir le gluten, et pour cela on extrait la fécule par le procédé de la malaxation, modifié d'après l'échelle d'une fabrication en grand. Nous allons décrire les divers procédés de fabrication qui ont pour but l'extraction de la fécule.

La fécule se trouvant renfermée dans des organes d'une structure physique différente, les procédés d'extraction doivent nécessairement varier d'après cette indication; et il est évident qu'on aura recours à des modes divers, selon que le tissu féculigère sera glutineux (*céréales*), ou ligneux (*pommes de terre, moelle, racines, etc.*).

### 1057. EXTRACTION DE LA FÉCULE CONTENUE DANS LA FARINE.

La farine étant plus blanche et plus douce, est, de temps immémorial, plus recherchée, dans certaines provinces de l'Allemagne, que celle du blé parvenu à sa parfaite maturité.



qu'il renoncerait à l'avantage de petite féculerie ou à la distillation, nous à nous occuper plus bas, ou à du vinaigre.

le du féculiste n'est pas plus compliqué nous de le décrire; nous allons passer considérations sur chacune de ses opérations l'emploi des déchets.

int de s'approvisionner de pommes de les à cette fabrication, il sera bon de r une expérience préalable, de la quamoindre prix, donne la plus grande fécule; la fécule se trouvant tout aussi s pommes de terre de mauvaise que de é, il y a avantage à se servir des pre: l'on achète toujours à vil prix; les terre avariées, à demi gâtées et gelées issent pas que de donner en fécule un uit. Or, à ce sujet les règles et les donrciales, agricoles et industrielles, vass divers bassins géographiques et selon natures de terrain. Ne vous engouez ès les annonces payantes des journaux e, et encore moins d'après les rapports des membres industriels de nos divers savantes, qui vantent, d'un côté, émiciens, des produits qu'ils vendent comme fabricants ou intéressés à la fa: rendez enfin à croire à votre compétence attendre, sur toutes les questions, 'en haut. Seulement, procédez par des ts sagement raisonnés, et ne vous dé: après l'évidence.

ne du produit des pommes de terre en de 25 kilogrammes de fécule verte, non desséchée à l'étuve, ou 16 de fé: par 100 kilog. de pommes de terre; g. de bonnes pommes de terre coût: enne 1 fr. 50 c., et la fécule sèche vaut 10 kil. La farine de froment vaut 40 fr. en moyenne.

lavage de la pomme de terre peut se ain dans un panier que l'on agite dans y avoir laissé séjourner quelque temps es, pour permettre à la terre qui les s'imbiber d'eau. On le complète à la 'opération se fait en petit; l'emploi de ns la manipulation en grand abrège la durée du lavage, et il suffit que la pe une bande longitudinale du cylindre

râpe doit être construite de la sorte s destinées à déchirer le tissu cellulaire IL. — TOME I.

atteignent le plus de cellules possible, sans pour: tant déchirer ou écraser les grains de fécule eux-mêmes; car toute cellule non déchirée enfouira sa fécule dans le marc; et, d'un autre côté, tout grain de fécule écrasé ou déchiré cédera sa substance soluble aux eaux de lavage, et montera en suspension par son tégument. Avec le secours du microscope l'industriel parviendra facilement à se rendre compte des effets de la râpe sous ce double point de vue; il découvrira d'un côté dans le marc, en quelles proportions approximatives s'accumulent les cellules pleines de fécule et non entamées par la râpe; et de l'autre côté dans le dépôt féculent, ainsi que dans les eaux du lavage, en quelles proportions se rencontrent les téguments provenant des grains de fécule éventrés.

1064. Dans les appareils en grand, la râpe est formée d'un cylindre tournant horizontalement sur son axe, et dont la surface est hérissée de lames de scies, parallèles entre elles et concentriques à l'axe du cylindre. Les pommes de terre tombent d'une trémie sur cette surface hérissée de dents tranchantes, qui les déchirent dans leur mouvement de rotation, entraînant en bas la pulpe, qui s'écoule de là dans un baquet plein d'eau à travers un tamis. Cette pulpe prend, dans les fabriques, le nom de *bourifi*.

1065. On doit la tamiser immédiatement, car elle est prompte à fermenter, et, ainsi que nous l'avons expliqué, la fermentation altérerait le produit que l'on recherche, en faisant éclater, par la chaleur dégagée, les grains de fécule plongés dans l'atmosphère de la fermentation. Le *tamisage* doit avoir pour but de retenir le plus gros de la pulpe au-dessus du tamis; la fécule et quelques débris de cellules d'un petit diamètre tombent dans un tonneau qui est rempli d'eau jusqu'à une certaine hauteur; on agite le mélange, et quand on présume que la plus grande quantité de la fécule s'est précipitée, on décante le liquide dans un autre vase, afin de ne pas perdre la quantité de fécule retardataire qui serait restée en suspension. On *rafraîchit* le dépôt, on l'*épure*, en le lavant dans deux ou trois eaux, et en ayant soin d'agiter préalablement, et de faire monter la fécule en suspension à chaque lavage; on *épanche* à chaque fois les eaux dans le même vase, pour en recueillir de nouvelles quantités de fécule. On *rince* les tonneaux, en les brossant dans l'eau à la surface, pour en enlever la quantité de fécule qui pourrait y adhérer à la faveur du mucilage; les produits de ce *rincage* se nomment les *blancs*.

Lorsque la fécule a été obtenue lavée et parfai-

lement pure en assez grande quantité, on la fait passer au *ressui*, espèce d'aire en plâtre, qui la dépouille de la plus grande quantité de son humidité. On l'enlève du plancher, lorsqu'elle cesse de s'attacher au plâtre; elle est connue alors sous le nom de *fécule verte*; elle renferme un tiers de son poids d'humidité.

Que si on doit verser le produit aussitôt dans le commerce, on transporte les pains de fécule verte au séchoir ou à l'étuve, selon les saisons.

1066. Le *séchoir* prend le nom d'*étuve*, quand la température de l'atmosphère a besoin d'être remplacée par la chaleur artificielle. La construction de l'une et l'autre doit varier selon les climats, l'exposition et l'importance de la fabrication. Un *ventilateur* habilement construit, et même une *pompe à air* d'une certaine dimension, et fonctionnant par l'eau ou le vent, ou bien par le système des pendules d'horloge, économiserait le combustible et déteriorerait peut-être moins les grains féculents. Car la principale condition d'une étuve doit être de rester à une température telle, que les couches externes des pains n'éclatent pas et ne cèdent pas une partie de leur substance soluble à l'eau qui les humecte; ce qui ferait de chaque pain de *fécule verte* une grosse boule de *sagou artificiel* (1011). La température du local ne doit pas dépasser 30° cent. Dans le midi de la France le meilleur séchoir est le grenier de la ferme, que le soleil inonde de chaleur et de lumière, et que les fenêtres exposent à tous les vents.

1067. Après toutes ces opérations, la fécule la mieux lavée n'en conserve pas moins, en beaucoup de circonstances, un aspect bis ou gris foncé. Quelques fabricants la blanchissent au chlorure de chaux délayé dans cinq ou six fois son poids d'eau. Mais cette opération est dans le cas de laisser à la fécule une qualité qui produirait de mauvais effets en certaines circonstances, qui ferait tourner le lait, ou contrarierait les prescriptions médicales. Le fabricant doit avertir le consommateur que la fécule qu'il livre a été blanchie par ce procédé. La fécule que l'on destine aux préparations les plus délicates, ne doit devoir sa blancheur qu'à un lavage à l'eau pure, et à une dessiccation au soleil, précédée par une exposition à la rosée.

1068. On aura l'attention de ne point laisser la fécule verte exposée à une température humide, pendant un certain nombre de jours. Elle ne manquerait pas, en effet, de donner lieu, par l'élaboration des détritrus organisés qui lui sont mêlés, de donner lieu, dis-je, à des végétations étiolées,

si on la tenait à l'obscurité, et à des verdoyantes, si elle restait dans cet état à la lumière; deux sortes de productions manqueraient pas de lui communiquer un goût désagréable et des qualités nuisibles à l'usage; il faut que la dessiccation rapide que continue.

1069. Les tubercules en pleine germination ou avariés, donnent des quantités qui dédommagent amplement des frais de traction. Mais il faut se hâter de râper les autres; car la germination ayant lésé les organes féculents, la décomposition de la fécule s'étend de proche en proche, à mesure que celui-ci poursuit son développement. Les tubercules germés, en raison de leur cause, fourniront beaucoup plus de fécule que les tubercules avariés ou gelés; quant à la périphérie en fournira bien le cœur du parenchyme, que celle-ci a conservé contre l'action du froid.

1070. Dans les villes, il s'offre un moyen de traiter la fécule avec profit, d'un déchet que ménage jette tous les soirs au dehors; ce sont les *pelures* des pommes que les ménagères coupent, sans trop perdre la substance. La chair seule attachée à la fécule renferme une proportion considérable et ici la matière première ne coûte rien à masser; le commerce du chiffonnier pourrait chaque jour réunir en magasins de toute la capitale, et les céder au public à bien bas prix.

## 2° Extraction de la fécule de certains tissus ligneux.

1071. Nos champs et nos montagnes ne produisent pas d'autres végétaux, d'où il est facile d'extraire la fécule avec un certain profit. Les bulbes de nos *orchis*, si abondants dans certaines prairies, et de nos *ornithogales* pourraient confectionner le *salep indigène*, en le précipité après un simple premier lavage. L'aide d'un acide étendu d'eau on pourrait séparer de sa potasse la fécule de nos *châtaignes* (*castanea vesca*); et à l'aide d'une faible lessive on pourrait dépouiller de son goût amer la fécule des marrons d'Inde, qui jonchent en abondance nos jardins et de nos promenades.

1072. Enfin, il est dans le fond de nos canaux, et des parties stagnantes des rivières, une plante qui pullule avec une

ne embarrassante fécondité, et dont le cas d'être utilisé non-seulement pour le papier qui nous occupe, mais encore pour les diverses espèces de papier (1009) (\*). La fécule remplit en effet les articulations et leurs graines. Les tiges des plantes sont incrustées extérieurement et intérieurement de carbonate de chaux, dont on se sert à la faveur du vin aigri, ou des acides, ou bien de l'acide hydrochlorique, et on la laverait ensuite la plante à l'eau, et on la laisserait sécher sur l'aire; on la réduirait en poudre et en extraire la fécule par la filtration (121); ou bien on la foulerait humide, pour en déchirer le tissu. Si l'on désirait en faire du papier, on n'aurait qu'à la cuire toutes ces liges ramollies, et la transparence de leurs tissus, collés ensemble par la pectine verte et l'albumine que chacune des cellules recèle, donnerait peut-être un solide papier transparent, du genre de celui qu'on appelle papier végétal. La fécule des plantes et des graines augmenterait encore l'usage de cet *encollage à la cuire*, si on avait le moyen de soumettre la masse à un certain degré de chaleur, avant de la jeter au pilon. Nous sommes convaincu que cette indication nous depuis longtemps au commerce, a été négligée par tous les fabricants.

Les résidus de la pomme de terre dont on extrait la fécule, ne doivent pas être considérés comme des objets de rebut. L'eau de lavage, chargée de mucilage et de sels potassiques, et d'engrais liquide surtout pour les plantes céréales, et d'eau de lessive pour nettoyer. La pulpe qui formerait un excellent engrais animal, est transformée en mottes à brûler, en se mélangeant avec de la sciure de bois, en carton pour les boîtes; ou bien de nourriture aux bestiaux, comme le betterave, surtout si on a soin de la faire sécher auparavant à la vapeur, qui fait éclater la fécule emprisonnée dans les mailles du tissu; on la mêle alors avec une certaine quantité de paille hachée, ou avec un tiers de son poids de son, si on désire conserver cette denrée pour l'usage de la boucherie, on a soin de l'exprimer à la presse, et de la dépouiller de son humidité, de suite à l'étuve ou au soleil, en semant, de temps en temps, le mélange.

*nouveau syst. de physiolog. végét. et de botanique,*

1074. EXTRACTION DE LA FÉCULE DES TISSUS GLUTINEUX, OU ART DE L'AMIDONNIER. — Les cellules glutineuses ne cèdent pas du premier coup les grains de fécule qu'elles recèlent; à peine la dent de la râpe qui doit les déchirer les abandonne, que leurs parois réparent, en se soudant, la solution de continuité. Si c'est sur une farine qu'on opère, la moindre parcelle d'eau reforme dans le mélange des cellules artificielles, dont l'art a tout autant de mal à détacher les grains de fécule. Le procédé, pour l'extraction de la fécule de ces sortes de tissus, se modifie donc d'après ces données; il ne faut plus ici se contenter de déchirer une seule fois le tissu, mais il faut le déchirer toutes les fois qu'il se referme sur lui-même; il faut substituer au *râpage*, le *pétrissage*; au *tamisage* la *malaxation*; à moins qu'on ne préfère sacrifier le gluten en le dissolvant dans un acide spontané ou ajouté; et c'est ce dernier moyen qu'ont employé généralement jusqu'à ce jour les *amidonniers*.

1075. On se fera une idée juste des avantages et des inconvénients des deux procédés, en opérant sous un petit volume. Que l'on abandonne de la farine de blé dans un verre à expérience, de manière que le dépôt farineux reste surmonté de dix fois son volume d'eau ordinaire, il s'établira une fermentation de plus en plus active, à la suite de laquelle il se formera un acide (de l'*acide acétique*), qui servira peu à peu de *menstrue et de dissolvant* au gluten, à l'huile et à la résine, que l'eau seule aurait refusé de dissoudre. A une certaine époque, dépendante des circonstances météorologiques et de l'élévation de la température du local, le précipité insoluble qui restera au fond du vase, après la cessation complète des signes ordinaires de la fermentation, ce précipité ne se composera presque plus que de grains de fécule intègres; tous les autres éléments organisés de la farine se trouveront, en dissolution ou en suspension, dans l'eau qui surmonte la couche amylacée. Que l'on décante cette portion liquide, et après deux ou trois lavages, on obtiendra l'amidon aussi pur que le réclament les conditions du commerce; dans cette opération le gluten sera perdu, en tant qu'on ne l'obtiendra plus avec les caractères physiques qui en font rechercher l'emploi dans les arts, et que chimiquement il n'existera dans le liquide qu'en une quantité moindre qu'auparavant; le liquide qui le dissout prend, dans les manufactures en grand, le nom d'*eaux sûres*.

1076. Au lieu d'abandonner ainsi à une décomposition spontanée la farine de froment, pour en



extraire l'*amidon*, on peut obtenir séparément cette substance dans l'espace de quelques instants. En effet, que l'on pétrisse la farine de froment avec une certaine quantité d'eau, et, comme si l'on avait l'intention d'en faire du pain, qu'on abandonne quelques instants à l'air cette masse, pour en opérer la cohésion, par l'évaporation des molécules aqueuses dont la surface est imprégnée. Que l'on soumette entre les mains cette pâte sous un petit filet d'eau (\*), et qu'on la foule sans cesse entre les mains, en ayant soin de tenir les doigts assez serrés et les deux mains assez rapprochées par le bas, pour ne laisser passer que l'eau laiteuse que l'on recueille dans une terrine placée au-dessous; on *malaxera* de la sorte la farine; lorsque l'eau passera limpide à travers les doigts, et que la pâte que l'on malaxe sera devenue plus cohérente et plus élastique, on aura entre les mains toute la quantité de gluten qu'il est possible de retirer, par ce procédé, de la farine du froment, et, dans le fond de la terrine, à l'état de précipité blanc comme la neige, toute la quantité d'amidon que le gluten peut abandonner à l'eau de lavage, qui dissout tout ce que le gluten n'emprisonne pas; on n'aura plus qu'à passer à deux ou trois eaux cet amidon, pour l'obtenir aussi pur que celui de la pomme de terre. Le gluten ainsi obtenu à part, pourra être utilisé d'une foule de manières différentes, en économie industrielle et domestique.

1077. Au premier coup d'œil, le second de ces deux procédés paraît être plus à la convenance du laboratoire que de la fabrique; et le premier procédé, où le temps fait tout, semble moins dispendieux que le second, qui réclame une opération manuelle continue. Cependant, un assez grand nombre d'industriels viennent enfin d'adopter de préférence le second, et ils y trouvent un double avantage. Nous allons décrire les deux, avec les modifications que la théorie nouvelle doit apporter à l'un et à l'autre.

1078. 1° *Extraction de l'amidon des céréales par l'acidification*. — La farine de froment que l'on destine à cette opération doit avoir été moulue, les meules moins serrées que pour la farine de boulangerie; et cela afin qu'elle renferme moins de grains de fécule concassés ou déchirés par les aspérités siliceuses de la meule (1018). Quelques

amidonniers même ont aujourd'hui l'intention de remplacer la farine moulue par le mucilage des grains qu'ils expriment en pour en faire sortir tous les principes sous forme de mucilage (1055); ce procédé doit donner une grande quantité de plus, parce que les grains de fécule sont moins exposés à être altérés par l'air. Quoi qu'il en soit, on abandonne la pâte obtenue par l'un ou l'autre procédé à donner sous forme d'une bouillie à composition, dans des tonneaux de bois, pendant trois semaines à un mois, on ajoute les *eaux sûres* d'une opération précédente. La fermentation s'établit aussitôt. On voit un chapeau d'écume grasse, sous lequel se trouvent des bulles de gaz mélangés, une odeur infecte et malsaine. Lorsque la fermentation a cessé, le mélange offre deux parties distinctes, 1° une *eau sûre* renfermant par la quantité considérable de gluten, de son, de légumineux éclatants et oléagineux qu'elle tient en suspension; 2° une couche salie par les débris de son et de gluten se sont précipités de ce liquide; 3° une couche ferme, résistante, blanche, qui est le gluten mêlé à quelques-uns des débris de fécule. Les globules ont entraînés en se précipitant.

On décante alors, à l'aide du siphon, les *eaux sûres*; on jette une nouvelle eau sur le dépôt, et l'on agit le tout pour faire remonter pêle-mêle, toutes les molécules du précipité. On lave le nouveau, lorsqu'on est sûr que tout le gluten est précipité au fond du vase, et l'on décante l'amidon sur un tamis, qui en sépare le son et d'amidon, désigné sous le nom de *noir*; on recommence deux ou trois fois l'opération, en ayant soin d'agiter : *fouloir*, à chaque nouveau lavage. On pose, mais aussi en prenant la précaution de faire la rotation de l'eau, afin qu'elle ne se forme pas en un pain creux au fond du vase, l'amidon est alors porté au grenier, dans des sacs d'osier, revêtus intérieurement d'une toile sur une aire en plâtre, ou sur des planches blanches, dans un lieu exposé aux vents et à la dessiccation en est complétée.

(\*) On donne à l'eau un écoulement favorable à cette opération, au moyen d'un petit tube de paille, qu'on insinue ou dans un trou de même diamètre pratiqué à la base de la paroi d'un baquet plein d'eau, ou bien à travers un bouchon en liège in-

troduit dans la tubulure basilaire de l'entonnoir. On remarque sur la fig. 35, pl. 1. On peut aussi, en n'employant, pour laver la pâte, qu'un très petit volume.

La première eau qui s'écoule des es de fécule, produit sur leur surface es basaltiformes, que l'on avait d'abord pour l'effet d'une cristallisation spéciale; ces cannelures varient de direction et l'inclinaison des pains; il n'y a pas, quand le pain est creusé au-dessus de l'eau de surcroît ne trouve aucun obstacle et n'abandonne les pains de fécule que peu à peu.

Le procédé continuera à être consacré à l'extraction de la fécule de l'orge et du seigle, qui n'est pas malaxable; mais son insuccès a un jour les fabricants à le remplacer par celui du froment, par celui de la malaxation, l'avantage d'être plus expéditif, réel, et celui d'être plus économique et plus sûr, ce qu'il conservera et la quantité de fécule dans l'autre la fermentation altère, que la fermentation décompose en

#### *Extraction de l'amidon par la malaxation.*

Que l'on pétrisse la farine avec un poids d'eau, dans un pétrin mécanique, et que l'on abandonne à l'air la pâte malaxée, c'est-à-dire jusqu'à ce que la pâte commence un peu à se gercer, et n'adhère plus. Si ce pétrin est à double fond, on s'enlève à coulisses, et dont le dessus soit criblé de trous d'une très-petite dimension, on amène au-dessus une espèce de cloche cylindrique, et criblée de trous inférieure de sa surface; il suffira de donner un mouvement de la mécanique, à mesure qu'elle coulera en mille jets du conduit, la pâte cède sa fécule à l'eau qui la lave, le gluten se déchire pour la céder à l'eau, et pour former une masse filante. Une cuve au-dessous du pétrin recevra l'eau et la fécule, que l'on purifiera par une série d'entendues de lavages et de lévignages. Les eaux de lavage donneront encore un peu de gluten et de fécule.

La fécule retiendra encore une quantité de gluten, et des substances diverses qui se trouvaient dans la farine des céréales. Après avoir arrassé, on décantera le liquide qui restera, que l'on remplacera par une nouvelle eau; on agitera une seconde fois et on l'abandonnera un à deux jours à la fermentation spontanée des principes du mélange; on décantera au bout de ce temps, et, après un troisième lavage, on

pourra transporter l'amidon au séchoir, comme ci-dessus. Le gluten lui-même renfermera encore une quantité assez considérable d'amidon, mais dont l'extraction ne compenserait pas la dépense. On obtiendra, par ce procédé, 50 sur 100 d'amidon et près de 30 de gluten; tandis que le procédé de la fermentation donne à peine 45 sur 100 d'amidon et perd tout le gluten; les eaux du lavage pourront fournir une quantité importante d'alcool, ou bien servir immédiatement à l'engrais des porcs et autres animaux de la ferme. Ajoutez à ces profits, l'avantage de la salubrité, qui ailleurs s'achète au poids de l'or.

#### COLLAGE DU PAPIER A LA CUVE (\*).

1081. Le collage à la gélatine offrait des inconvénients que les fabricants de papier cherchaient depuis longtemps à éviter; ce collage ne pouvait se faire qu'après le moulage de la feuille, et la matière animale était sujette à fermenter alors par son exposition à la température du séchoir. Il s'agissait de rencontrer une substance qui fermentât moins et qui collât tout autant. L'amidon se présentait naturellement à l'esprit, dès le début de ces recherches; mais l'amidon employé à cet usage, à la même époque que la gélatine, exposait à deux inconvénients, dont on ne pouvait éviter l'un sans tomber dans l'autre. Sous forme d'empois, il aurait trop et trop inégalement collé; sous une forme plus liquide, il aurait trop peu collé; et, dans les deux circonstances, il eût quelquefois été sujet à tourner vers la fermentation acide, et par conséquent à perdre de sa propriété collante. Ce troisième inconvénient se présentait d'une manière plus nuisible au succès de l'opération, si l'on s'avisait d'employer l'empois dans la cuve même.

En 1826 environ, un fabricant renommé d'Annonay, s'étant rendu propriétaire d'un procédé anglais pour coller à la cuve, vendit à ses confrères la colle de sa fabrication. Braconnot s'empressa d'analyser ce mélange, et il chercha même à l'imiter. Mais la chimie en grand devait échouer alors dans cette entreprise, et elle échoua; on verra plus bas pour quelle raison.

En 1828, un fabricant de l'Alsace me fit parvenir une certaine quantité de cette colle, qu'il avait achetée à la fabrique d'Annonay, et il m'apprit qu'il n'avait jamais pu s'en servir, qu'il avait même

(\*) Bulletin des sciences technologiques, tom. IX, n° 103, 1828.

déjà perdu une ou deux cuvées, faute de connaître le mode d'emploi, qu'on se gardait bien, à Annonay, de livrer avec la substance. Dès la première observation au microscope, je découvris ce que Braconnot avait vainement cherché par les procédés en grand, c'est-à-dire que cette colle se formait essentiellement de fécule de pomme de terre intègre, et non convertie en *empois* (937), et accessoirement d'une huile essentielle, qui nageait dans l'eau, sous forme de myriades de globules infiniment petits, égaux en diamètre. Comme les essais en grand décelaient, dans cette pâte, l'existence d'une grande quantité d'alun, il était évident que cette huile s'y trouvait à l'état de *savonule*. L'odeur suffisait pour indiquer qu'elle n'était autre que l'huile essentielle de térébenthine.

Je trouvai par là pourquoi cette colle pétrie avec la pâte, dans la cuve, refusait de coller le papier; car la chaleur de l'étuve ou du séchoir étant insuffisante pour faire éclater les grains de fécule de pomme de terre, cette pâte était aussi inhabile à coller, que le serait la fécule seule employée, sans un fer chaud, à repasser le linge. Aussi je n'eus qu'à exposer à la chaleur du four d'un poêle, le papier fabriqué avec cette colle, après l'avoir humidifié d'eau, pour le rendre aussi bien collé que le papier ordinaire. Afin d'utiliser cette colle, il ne s'agissait donc plus en grand que de faire parvenir, sur les feuilles de papier étendues sur les cordes, une bouffée de vapeur d'eau, ou de se servir des mécaniques nouvelles, par lesquelles le papier se colle et se sèche à la fois, en passant entre trois cylindres contigus chauffés intérieurement à la vapeur. Le papier sera d'autant mieux collé par ces divers procédés, que les grains de fécule se trouvant emprisonnés entre les fibrilles végétales, colleront la feuille à l'extérieur comme à l'intérieur.

Le *savonule* de térébenthine est destiné à contrebalancer la roideur cassante que l'amidon seul communique au papier; mais, d'un autre côté, cette substance graisse la feuille et l'empêche de s'imbibber d'encre à écrire, en sorte que, depuis la publication de la composition de cette pâte, les fabricants ont reconnu la nécessité, les uns de

remplacer l'huile de térébenthine par un moins gras, et les autres d'augmenter les proportions de la base du *savonule*, ou même d'en un tout autre savon (\*).

Je ne crains pas d'avancer que la chaudière grand eût perdu encore bien des opérations de deviner un fait que le microscope rend si facile à concevoir. Car, avant de procéder à l'analyse, on n'eût peut-être jamais manqué de soumettre l'amidon à l'action de l'eau bouillante, et l'on n'aurait eu aucune raison de croire que l'amidon se trouverait, dans une substance destinée à servir sous une autre forme que sous celle d'*empois*.

Les révélations précédentes n'ont pas été perdues pour l'industrie.

#### GOMMAGE.

1082. On a reconnu dans les arts d'ordonner un grave inconvénient à la gomme arabe, c'est que la fécule convertie en empois. Ces deux substances en effet s'écaillent par la dessiccation, et se fendillent en séchant, sur les surfaces qu'elles couvrent d'une détrempe faite avec l'une ou l'autre de ces substances collantes. La substance de la fécule (909), parfaitement isolée de son principe, n'offre rien de semblable, et peut remplacer, avec un immense avantage et d'économie, la gomme arabique, dans toutes les circonstances, comme en beaucoup d'autres cas. Nous savons même qu'on en a été fabriqué en grand, qui en verse des quantités considérables dans le commerce. Voici le procédé le plus simple et le moins dispendieux, pour isoler la substance soluble de la fécule : on prend une grande jarre en verre, portant, au-dessus de sa base, une tubulure horizontale (fig. 35, pl. 1). Si on emplit ce vase d'une eau, dans laquelle on aura fait bouillir pendant six minutes, de la fécule de pomme de terre, dans la proportion de 5 hectogrammes par litre d'eau, en ayant soin de verser la fécule peu à peu et non en masse, il arrivera au bout d'une heure, ou davantage, selon la durée de l'ébullition, que tous les téguments se seront

détachés, dans la proportion de 20 litres d'eau par kilogramme de pâte; on passe à travers un linge, on ajoute, avec un litre de la fécule de pomme de terre dans la proportion de 2 kilogrammes par 20 litres, on soumet de nouveau à l'ébullition; et la colle est prête pour une pilée de chiffons de 100 grammes. — Nous donnons cette recette sans la modifier, car il est évident qu'elle peut être grandement simplifiée.

(\*) De tâtonnements en tâtonnements, on s'est arrêté aujourd'hui dans beaucoup de fabriques, à la recette suivante, que nous tenons de l'obligeance de Th. Champion, marchand de papiers en gros; 34 kilogrammes de carbonate de soude et un kilogramme de chaux vive sont jetés dans 68 litres d'eau ordinaire en ébullition; on laisse déposer, on décante; on remet sur le feu une portion de cette lessive; on y fait fondre partie égale en poids de colophane; on mêle cette pâte avec de l'eau

un vase, où ils se laisseront, après quelque couche blanche, comme de la graisse de l'alcool par le refroidissement. Le surmontera cette couche caillebotée, limpide que l'eau la plus pure. Si on pûler alors par la tubulure dont nous avons parlé, qui se trouvera placée au-dessus de la couche de légumes, et qu'on l'évapore doucement, recueillera une gomme moins dure que la gomme arabique et qui écaillera, quand on aura constaté, au moyen de la transparence, en combien de temps les grains se précipitent, après une ébullition pendant un nombre déterminé de minutes sous quelle épaisseur la couche légère se dépose au fond du vase, selon les proportions respectives d'eau et de fécule employées, il vaudrait mieux procéder à l'expérience, à l'aide des appareils ordinaires, qu'on aura eu soin de bien nettoyer, et de perforer à la hauteur convenable. Quant à l'évaporation du liquide, si la substance soluble, comme cette substance, n'est nullement fermentescible seule et par elle-même, il ne serait pas besoin de l'opérer par le feu, mais par une dépense de combustible. Il suffirait de tendre sur des bassins à large surface et de faible profondeur, puis d'abandonner le liquide à l'évaporation spontanée, à l'air libre ou sous le soleil, et de verser dans des moules quand la masse aurait atteint une consistance sirupeuse; à moins qu'on n'eût à sa disposition une machine pneumatique, d'une construction grossière, et qui pût s'appliquer simplement servant d'étuve à courant d'air; mais il ne s'agirait pas ici de faire le vide, mais d'avoir un courant évaporatoire continu. S'il en est ainsi, dans les applications, cette gomme ne souffrirait, comme le fait l'amidon ordinaire, ni de ce défaut, en la mêlant avec une huile d'huile de térébenthine ou autre huile grasse, produit au moyen de la potasse et l'alun.

#### PAREMENT.

On sait que les tisserands, afin de conserver la colle qui leur sert de *parement* ou d'humidité nécessaire pour que cette substance ne soit point un obstacle au tissage; on voit, qu'ils sont forcés de travailler habituellement dans des lieux bas, humides, et par conséquent malsains. Dubuc, pharmacien à Rouen, a proposé d'adjoindre au *parement* un chlorure

déliquescent, et qui, en s'emparant et en retenant l'humidité de l'atmosphère, s'oppose au dessèchement de la colle, et permette à l'ouvrier de travailler dans des lieux secs et aérés. Nous avons déjà vu (1027) que Vergnaud recommande, comme succédané de ce mélange d'une colle et d'un chlorure, la fécule de marron d'Inde, qui à elle seule renferme les deux principes propres à fournir ce double résultat.

#### SUCCÉDANÉ DE LA POUDRE DE LYCOPODE.

1084. On se sert spécialement de la poudre de lycopode, pour tenir écartées les parois du corps qui s'enflamment par le frottement, ou qui se gercent par suite d'une cause moins superficielle. Mais cette poudre dont la structure rappelle assez exactement celle de la poudre pollinique, par laquelle on la remplace quelquefois, telle que le pollen si abondant du cèdre et autres conacées, cette poudre se décompose facilement par une fermentation glutineuse et putride. L'amidon de pomme de terre n'offre pas cet inconvénient; mais ses granules lisses s'attachent avec moins de facilité aux parois enflammées, ils glissent et se déplacent au moindre mouvement. Pour leur communiquer la propriété d'adhérer plus intimement aux surfaces, il suffirait de les soumettre préalablement à une légère torréfaction, qui ferait fendiller et éclater le légument, et mettrait ainsi à nu la substance soluble. La moindre humidité suffirait en effet, pour dissoudre une petite quantité de cette gomme, qui servirait alors non-seulement de matière collante, mais encore de substance calmante et adoucissante, propriété inhérente à sa nature amylacée. La fécule broyée dans un mortier de marbre et avec un lourd pilon en fer, serait préférable, sous tous les rapports, à la fécule torréfiée, parce que la torréfaction développe toujours une petite quantité d'huile empyreumatique.

#### CHOCOLATS.

1085. On emploie la farine pour la confection des chocolats; et comme les fabricants visent au plus bas prix, ils n'emploient pas toujours la farine la plus pure; aussi les chocolats ordinaires craquent-ils sous la dent, lorsqu'on les mange crus, ce qui vient tout autant du son de la farine, que des détritres du cacao, et ce qui porte à croire que la farine dont on a fait usage est plutôt celle

du seigle ou de l'orge que celle du froment. Comme le but que se proposent les fabricants, dans l'emploi de la farine, est de donner plus de corps et de liant au chocolat, et que ce corps vient non de la fécule intégrale de la farine, mais de son gluten et de sa gomme, la fécule préalablement broyée ou légèrement torréfiée nous semble devoir remplir avec succès cette indication, quand même on destinerait le chocolat à être mangé à la main, et à être pris à la tasse. La substance soluble et gommeuse en effet mise à nu, par le déchirement de son tégument, fondrait dans la bouche pour servir de liant au beurre de cacao; et dans l'ébullition la pâte amylacée donnerait au chocolat un aspect moins grumelé, à cause de l'absence du gluten que l'eau bouillante coagule.

#### PÂTISSERIES ET VERMICELLE.

1086. Nous conseillons également de n'employer, dans toutes ces préparations, que de la fécule préalablement broyée au mortier, par les mêmes raisons que nous venons d'exposer dans les précédents paragraphes; c'est-à-dire afin que chaque grain féculent ouvert et laissant en contact sa substance soluble avec toutes les molécules d'eau qui rentrent dans la confection de la pâte, échappe moins aux circonstances de la cuisson, et s'enfle alors davantage; ce qui contribuera autant au feuilletage de la pâtisserie, et au renflement des fibrilles du vermicelle, qu'à la nutrition du consommateur.

1087. Enfin ceux qui se seront pénétrés de tout ce que nous avons exposé dans les paragraphes précédents, trouveront, dans leurs professions respectives, de nombreuses occasions de tirer des applications utiles de la théorie ou plutôt de l'histoire nouvelle de l'amidon. Nous renvoyons à l'article du sucre, ce que nous aurons à dire sur la saccharification de la fécule, et à l'article de la digestion ce qui concerne sa nutritibilité.

#### DEUXIÈME GENRE (\*).

INULINE (*Hélénine*, *alantine*, *d'élecampe*, *daliscine*, *dahline*) (\*\*).

1088. Tous les caractères essentiels de la fécule (885), soit physiques, soit chimiques, con-

viennent à l'inuline, à l'exception l'inuline ne se colore pas en bleu par le réactif la colore en jaune, ainsi que les autres amylacés. Les chimistes admettent les différences suivantes : l'inuline ne donne pas de distillation, de l'huile empyreumatique ne dissolvent que 2 d'inuline à froid; l'eau au contraire la dissout en totalité avec elle un véritable *empois*, donnant une dissolution mucilagineuse. La densité spécifique est de 1,35 (*Berzelius*, dont la composition élémentaire n'a pas été déterminée). La différence dans la coloration par l'iode nous le seul caractère vraiment distinctif de l'amidon et l'inuline; tous les autres caractères sont des circonstances de la manipulation ou des variations accidentelles de l'organisation.

1089. Outre les végétaux auxquels la substance a emprunté ses diverses dénominations, on l'a trouvée encore dans la racine de *pyrethrum*, *Colchicum autumnale*, *tuberosus* ou topinambour (1024), *intybus*, *Leontodon taraxacum*, *Lichen fraxineus* et *fastigiatus*, p. 1024.

1090. On râpe les racines, on les fait BOUILLIR AVEC DE L'EAU, et on filtre la solution bouillante à travers un linge blanc; on la clarifie avec du blanc d'œuf, on la fait évaporer ensuite jusqu'à pellicule, et on la refroidit; l'inuline se dépose sous forme d'un dépôt blanc et lent. On la recueille sur un filtre, on la lave avec de l'eau, et on la sèche. Les racines du *Dahlia purpurea* en ont donné, par ce procédé, 11 pour 100; celles de l'*Inula* 11  $\frac{1}{9}$ ; celles de *Leontodon taraxacum* 12, et celles de *intybus* 12  $\frac{1}{4}$ .

1091. Examinée au microscope, l'inuline est blanche et pulvérulente ne dément rien de ce qu'elle offrait en grand avec l'amidon. La petitesse de ses grains, qui ne dépasse pas un millimètre, il est facile de constater que l'un d'eux est un organe vésiculaire.

1092. Mais remarquez que ces grains obtenus isolément qu'après avoir été soumis à l'ébullition (909), et qu'on les a traités avec l'eau, qu'en conséquence ils auront dû éclater et se

(\*) *Annal. des science natur.*, mars 1826; § 6. — *Bull. des sciences phys. et chim.*, décembre 1825.

(\*\*) Selon qu'on l'avait extraite des racines de l'*Inula hel-*

*nium* (inuline et hélénine), de l'*Angelica* (*alantine*), du *Datisca cannabina* (*daliscine*), du *Dahlia* (*dahline*).



rie de leur substance soluble ; je d'une partie , car l'eau , s'étant dilaté que les racines ci-dessus énumérées en abondance , aura été moins dense ensuite la substance soluble de

core eu occasion de remarquer que ceux de l'inuline s'étendent mille fois au bouillante, que ceux de la fécule ; nous avons déjà vu (1025) que la couleur varie dans les diverses fécules , et les ligneux , c'est-à-dire non colorés par l'iode , en sont tout à fait pri-

st à ces deux ou trois circonstances qu'il faut rapporter les différences que les auteurs entre l'amidon et l'inuline : la poudre est plus grumelée , plus crasseuse et plus friable que celle de l'amidon , les téguments sont soudés entre eux par la substance soluble qui en est surabondante ; plus grands lavages ne sauraient séparer ce qu'elle est protégée par la couenne (960, 1011). 2° Cette poudre a une densité spécifique moindre que la fécule à cause de l'existence de ces grumeaux et de l'air, et ensuite parce que les téguments ont été vidés de leur substance gommeuse et sont devenues plus légères en se combinant avec l'eau. 3° L'eau froide en dissout une partie ; parce qu'en pulvérisant cette poussière, on met toujours à nu la substance soluble, que les lavages enlèvent, et que d'un autre côté une partie des téguments isolés les uns des autres se dissolvent en suspension. 4° L'eau bouillante, je ne dissout rien, mais paraît la dissoudre, en mettant en suspension les téguments (959), enlevant les grumeaux que l'eau froide a agglomérés. 5° Mais cette dissolution n'est que partielle, elle ne donne pas un véritable empois, à cause des téguments qui n'acquièrent pas le même volume (1025). 6° Quant à l'huile, il y a sans doute erreur, car si l'on prend des substances plus pures en donnant, pourquoi ne donnerait-elle pas ? Ensuite il est à observer que l'amidon de froment en est plus dense que les autres, à cause des substances qu'il renferme, même à l'état de pureté. 7° On ne peut obtenir l'inuline

de Berzélius, la strontiane et la chaux ne précipitent rien, comme le fait la baryte, dont le précipité est blanc dans l'eau bouillante. Il y a certainement erreur

— TOME I.

à froid, soit à cause de la petitesse de ses grains, qui, s'enveloppant d'un mucilage épais, empruntent par là une pesanteur spécifique doublement moindre que les grains de fécule de pomme de terre, soit à cause de la ténacité des organes qui la renferment. L'eau bouillante brise et dépouille ceux-ci, et rend plus liquide le mucilage. En conséquence, ainsi que je l'ai dit au commencement de cet article (1088), le seul caractère essentiel qui distingue l'inuline de l'amidon, c'est sa coloration par l'iode.

1095. Pour réduire à leur juste valeur les prétendues combinaisons de l'inuline avec les acides ou les bases salifiables (\*), je renverrai à ce que j'en ai dit, en parlant de l'amidon (941, 945). Mais ce que je n'ose plus, en 1832, réfuter aussi sérieusement que je le faisais en 1825, c'est l'existence d'une combinaison intime d'amidon et d'inuline que, d'après un travail de Pelletier et Caven-  
tous (\*\*), Berzélius adopte, en la défigurant, dans sa *Chimie* (pag. 210, t. V). « Lorsque l'inuline et l'amidon ordinaire, dit le chimiste suédois, sont mêlés dans une dissolution, l'amidon se précipite avec l'inuline quand celle-ci prédomine ; mais si l'amidon est en excès, l'inuline reste dissoute. » Les chimistes français avaient poussé plus loin la théorie de cette piquante combinaison, de cette espèce d'inulure d'amidon, et ils avaient même indiqué l'infusion de noix de galle, comme un excellent réactif pour reconnaître le mélange. D'après eux, le précipité formé dans ce mélange ne devait disparaître que vers 100°, tandis que, si l'amidon avait été pur, le précipité aurait disparu à 50° (comme l'a observé Thompson, ajoutaient-ils). Je ne sais pas pourquoi les auteurs que je viens de citer se sont arrêtés en si beau chemin, et pourquoi ils n'ont pas admis une combinaison d'amidon et de sable de rivière, une d'amidon et de mica, etc. ; car il est certain que ces substances ne se précipitent jamais quand l'amidon prédomine, c'est-à-dire quand il est épaissi sous la forme d'empois ; et alors on est tout aussi bien autorisé à les croire dissoutes que l'inuline, dans le cas rapporté par Berzélius.

1096. Voulez-vous un excellent réactif, pour reconnaître un mélange (car ce n'est qu'un mélange) d'amidon et d'inuline ? colorez par l'iode, et observez au microscope ; vous ne manquerez pas de distinguer les grains blancs ou jaunes de l'inuline, parmi les grains bleus de l'amidon.

dans les faits ; les expériences n'auront pas été comparatives.

(\*\*) Voyez *Bulletin des Sciences physiques et chimiques*, décembre 1825.

les fig. 3 — 11 de la pl. 7 ; 11 — 15 de la pl. 2 ; 13, 15, 18 de la pl. 18, etc.

## § II. Consistance progressive des tissus cellulaire et vasculaire.

1106. Il est à remarquer que, plus les parois de ces cellules avancent en âge et en développement, plus elles acquièrent de la consistance; d'abord lâches et mucilagineuses, pour ainsi dire, elles finissent par acquérir une dureté ligneuse qui résiste aux instruments tranchants. Cette métamorphose tient à trois circonstances : 1<sup>o</sup> à la multiplication des cellules intérieures, qui agglutinent la surface extérieure de leurs parois à la surface interne de la paroi de la cellule-mère, et forment ainsi une somme considérable de couches *juxtaposées*; 2<sup>o</sup> à la diminution progressive de la partie aqueuse de la substance organique, et par conséquent à l'augmentation de la portion charbonneuse; 3<sup>o</sup> à la combinaison de la substance organique avec une base terreuse, qui la modifie pour ainsi dire, et la transforme, de mucilage qu'elle était, en substance véritablement ligneuse. Je fournirai la démonstration de cette vérité, nouvelle pour la science des végétaux, en parlant des bases terreuses des tissus (*deuxième classe du système*) (863); 4<sup>o</sup> enfin à la condensation, dans l'intérieur des cellules, des substances ayant peu ou point d'affinité pour l'eau, telles que les résines.

1107. Mais si, par la pensée, nous voulons passer, en rétrogradant, par toutes les phases de l'accroissement d'un tissu ligneux, il nous sera facile de concevoir que, de même qu'avant d'être ligneux, il a été mucilagineux et à peine consistant, de même avant d'être mucilagineux, il a dû être gommeux et soluble dans l'eau, et que par conséquent c'est la gomme qui est son élément

organique. Or l'expérience confirme cela car partout où doit se former du lignon vous trouverez de la gomme, et toutes les cellules en développement en renferment dans leur autre côté, l'analyse élémentaire mêmes résultats, pour le ligneux à sa intégrité, et pour la gomme ordinaire. Les réactifs acides peuvent rendre au lignon sa première forme gommeuse, ainsi que nous déjà vu (833) (\*).

## § III. Action du temps sur le ligneux.

1108. La nature de cet ouvrage ne me permet pas de m'occuper de l'action du temps sur le vivant (\*\*); on sait du reste que cette action est infiniment variable dans son énergie dans diverses espèces de végétaux. Ainsi les chênes de 1,000 ans, des cèdres de 2,000, des baobabs de 6,000 ans!!! tandis que la plante ne dure que quelques mois. Je m'occuperai ici que de l'influence du temps sur la désorganisation des tissus une fois délaissée à la vie.

1109. L'expérience, s'aidant du témoignage de l'histoire, démontre qu'à l'abri du contact de l'air humide, le ligneux, ainsi que les autres substances organisées, peut se conserver indéfiniment. La plante qu'on extrait des lieux où elle gisait depuis des siècles, conserve ses tiges, ses feuilles, ses tissus, sans altération. Dans les cercueils des momies égyptiennes on trouve les planches avec leur premier aspect, quand elles ont été recouvertes avec une couche de couleur qui les protège. Les tissus de lin (\*\*\*) qui enveloppent la momie ont presque rien perdu de leur souplesse et de leur ténacité. Sous les bandelettes qui emmaillottent

à ces occasions de reproduire ce que d'autres ont fait. L'Institut (séance du 15 mai 1837), des chiffons français à la main, pour confirmer que les tissus étaient des tissus de lin et non de coton, erreur, à laquelle étaient tombés les auteurs, qu'il se fit à l'illustre assemblée; tous les journaux, excepté les fraudeurs, proclamèrent la découverte importante. Or une telle démonstration ne peut se faire que par les procédés micrométriques que Dutrochet ignore encore et par l'usage du microscope, dont personne ne peut servir. Mais tous ces moyens sont inutiles, quand la découverte dont s'empare un membre de l'Institut d'un académicien vaut le meilleur des microscopes; aussi personne n'eut le courage de voir, Dutrochet fut cru sur parole; et le fait fut répété (Voy. *Riforma*, bull., n<sup>o</sup> 48.)

(\*) *Mém. sur la fécule*. Ann. des sciences nat. Oct. 1825, pag. 29.

(\*\*) Voy. *Nouv. système de physiol. végét. et de botanique*, § 1583.

(\*\*\*) Ce mot se trouve dans la première édition de cet ouvrage, et nous ne l'avons employé qu'en connaissance de cause, et après avoir mis en usage les moyens micrométriques, dont nous avons donné la méthode dans une lettre écrite, le 26 décembre 1827, à l'Institut, lettre reproduite à cette époque par la *Bibliothèque physico-économique*. Tous les archéologues étaient convaincus que les chemisettes et les bandelettes des momies, qui se trouvent dans nos collections, étaient faites avec des tissus de lin. En 1834, c'est-à-dire huit ans après, nous voyons James Thompson se livrer à de longues investigations, afin de démontrer ce qui, à son insu sans doute, était démontré pour tout le monde. Et plus tard Dutrochet, qui ne manque jamais ces

encontre souvent des paquets de sésames, que l'on peut analyser aussi les plantes de nos herbiers les plus anciennes, tiges, feuilles, pétales, étamines, et graines, rien n'y a été altéré. Le même se montre avec tous ses caractères organes de la graine (1005) (\*); les tombeaux remontent souvent à 1000 ans. Enfin sous l'eau, et à une certaine profondeur, le bois se conserve indéfiniment. Le fait le démontre la durée des pilotis. Il n'en est plus de même, dès que le bois se d'être protégé contre l'action de l'air. Peu à peu son hydrogène et son carbone se dégagent, et le carbone devient prépondérant. Aussi les molécules se désagrègent chaque jour, leur couleur devient de plus en plus, et passe par toutes les nuances jusqu'au noir jais; et ce li- gneux, par la combustion, se carbonise sans promettre, vu que l'hydrogène n'est plus brûlé par l'oxygène. Or tous ces faits se montrent, non-seulement sur le bois, mais encore sur les végétaux devenus inutiles à la végétation, et dont les propriétés sont plus intenses que l'exposition du bois aux influences atmosphériques date de plus

ce qu'il ne faut pas perdre de vue, les altérations ont lieu d'une manière régulière, de proche en proche et du dedans (915). Lorsqu'on soumettra donc ces en grand, un fragment un peu de bois ou d'écorce, on obtiendra des résultats si variables que peuvent l'être les propriétés dans lesquelles le tissu se sera altéré pendant le temps pendant lequel il aura été sous l'influence de ces circonstances, et lors qu'on analyse; il ne devra donc donner que la même espèce d'arbre, et les deux chimistes également habiles, donneront des proportions très-différentes.

Il faut encore que les cellules du li- gneux, les substances organisatrices, de leur nature, se modifient ou se mêlent de différentes manières. Or, il est impossible de déterminer le li- gneux de ces substances par quelque procédé qu'on emploie; car, les soins minutieux que l'on procède, sans peine que la petitesse de ces cel-

lules en rendra un nombre immense inabordable à nos menstrues, et que le tissu que nous croirons avoir épuisé par les plus nombreux lavages, recèlera encore une quantité suffisante de ces substances, pour fausser les résultats de l'expérience. Ceux qui révoqueraient en doute la vérité de cette assertion, n'auront qu'à examiner au microscope le tissu obtenu à l'état apparent de la plus grande pureté possible, à recommencer l'analyse à l'aide de cet instrument, et leur illusion ne tardera pas à être dissipée. Ces considérations vont donner la clef des anomalies que l'on remarque dans les expériences suivantes.

#### § IV. *Densité et composition élémentaire du li- gneux.*

1113. Quoique le bois flotte au-dessus de l'eau, il est certain pourtant que sa pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'eau, et que sa légèreté apparente ne tient qu'à la présence de l'air, qui reste emprisonné dans les vaisseaux, dont son tissu est traversé dans tous les sens. Car une fois privé d'air, soit parce qu'on fait l'expérience dans le vide, soit parce que l'eau, par un séjour prolongé, est parvenue à remplacer l'air dans les mêmes tubes, alors le bois le plus léger tombe au fond de l'eau. Mais la pesanteur du bois peut être plus ou moins grande, selon la nature et les proportions des substances renfermées dans les cellules et dans les vaisseaux; l'on conçoit, par exemple, que le bois dans lequel l'huile, soit fixe, soit essentielle, abondera, sera spécifiquement plus léger que celui qui n'en renfermera que des quantités minimales. Aussi voit-on la pesanteur spécifique du bois exempt d'air varier depuis 1,46 (*sapin et érable*) jusqu'à 1,53, (*chêne et hêtre*) (\*\*). Quant à la pesanteur spécifique du li- gneux proprement dit (1102), les expériences manquent, et, par la raison que j'ai exposée ci-dessus (1112), le résultat qu'elles fourniraient ne saurait être considéré comme rigoureusement exact.

1114. La pesanteur relative du bois, c'est-à-dire la pesanteur du bois pesé dans l'air, varie à l'infini, selon l'âge et la nature des végétaux, et selon la région de l'organe soumis à l'expérience. Aussi, d'après Varenne de Fenille, un pied cube de sorbier cultivé pèse 72 livres environ, tandis qu'un pied cube de peuplier d'Italie ne pèse que 25 livres; et tous ceux qui se sont occupés de l'ex-

\* Le travail sur les céréales des momies (*Mém. du Muséum, 1827*).

(\*\*) Le bois de chêne vert est si pesant qu'il tombe au fond de l'eau, même avant d'avoir été privé d'air.

plottation des bois et forêts, savent que l'aubier d'un bois quelconque pèse moins que le cœur du tronc.

1115. Les différences, dans la nature et dans les proportions des substances organisatrices, renfermées dans les cellules du ligneux (1112), modifieront les résultats de l'analyse élémentaire, de telle manière que, si l'on n'était pas averti d'avance, on serait en droit de se méprendre sur la nature de la substance soumise à l'opération. Il faut en dire autant de l'influence de l'âge du végétal, et de la durée de son exposition à l'air sur les résultats de l'analyse (1110). En conséquence, tel

D'après Gay-Lussac et Thénard (228).

D'après Prout (243).

On voit que Prout trouve que le bois analysé se compose d'une moitié de carbone, et d'une autre moitié dans laquelle l'oxygène et l'hydrogène entrent dans les proportions convenables pour former de l'eau; tandis que Gay-Lussac et Thénard rencontrent de leur côté, en opérant sur d'autres essences d'arbres, un excès d'hydrogène qui, dans la première expérience, s'élève à 1,05. Dans son traité de chimie, Thénard a négligé cet excès d'hydrogène, et il a représenté la composition du ligneux, par 52 de carbone, et 48 d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions voulues pour former de l'eau.

1116. Mais, je le répète, ces analyses donnent la composition du bois et non celle du ligneux (1102) qui, obtenu dépouillé de toutes les substances étrangères, se réduirait au simple squelette formé par l'adhérence des parois des cellules et des vaisseaux. On pense, d'après des expériences qui sont loin d'être rigoureuses, que le ligneux est, à l'égard du bois, dans le rapport de 0,96 ou 0,97 à 100.

#### § V. Moelle des végétaux. (Méduline Chevr.)

1117. Les physiologistes ont admis, dans toute espèce de végétal, l'existence d'un canal central qui traverse le tronc et les tiges, et qu'ils ont nommé moelle. Mais ils seraient fort embarrassés, si on les invitait à indiquer le diamètre et les caractères physiques de cet organe, si essentiel, d'après eux, à la vie du végétal, et surtout s'il fallait l'indiquer sur un certain nombre d'espèces différentes. Quelle analogie, par exemple,

auteur trouve plus de carbone, l'autre trouve plus grande proportion d'eau, tel autre un excès d'hydrogène. Ce dernier résultat s'explique suffisamment, par la présence de la résine ou d'une autre substance fortement hydrogénée dans les cellules du tissu analysé; mais l'analogie que ces anomalies disparaîtraient, si, au lieu de soumettre à l'analyse le bois, c'est-à-dire le mélange de dix substances différentes, sans les sels inorganiques, on pouvait employer le ligneux (1102) pur de tout mélange.

Composition élémentaire du ligneux (228).

Carb. Hydrog. Oxyg.

{	52,53...5,69...41,78	(bois de chêne).
	51,45...5,82...42,73	(bois de hêtre).
	50,00...5,35...44,65	(bois de saule).
	49,00...5,47...45,53	(buis).

entre la moelle de sureau, si blanche, si légère, et la partie centrale du chêne, si lourde, si compacte et si pesante! Où est le canal qui traverse, dans toute sa longueur, d'un végétal, quand on examine les chaumes de graminées, qui, de distance en distance, sont percés par des diaphragmes? Nous définirons autrement la moelle, et, au lieu de l'indiquer dans tous les végétaux, nous ne l'admettrons que dans un certain nombre; au lieu de la considérer comme un organe essentiel à la végétation, nous l'admettrons que comme une portion épuisée par la végétation, au profit du développement d'autres organes; enfin, pour la moelle ne sera que le *tissu cellulaire par la végétation, de toutes les substances organisatrices [qu'il recélait primitivement dans ses cellules]; c'est le ligneux (1102) à sa plus simple expression, à sa plus grande pureté, c'est-à-dire aux seules parois des cellules et des vaisseaux. C'est avec ces caractères que nous trouverons dans le centre des tiges du sureau, à la base de la cavité de chaque entre-nœud, la moelle minée, et dans la pulpe des pommes de terre, la moelle épuisée mécaniquement par de fréquents frottements; c'est là enfin la substance qu'on devra reconnaître lorsqu'on voudra connaître la composition élémentaire du ligneux.*

1118. Chevreul avait placé la moelle du sureau parmi les principes immédiats, sous le nom de *méduline*, en se fondant sur ce que le sureau (l'auteur voulait sans doute dire le bois) contient 16,5 pour 100 de charbon par la calcination, tandis que la moelle de sureau en donne

admettant ce caractère comme spécifique peut-être créer autant de noms on soumettrait de végétaux à la cal- qu'on modifierait les procédés de la Qui ne voit en effet que le ligneux d'eau, de substances hydrogénées et inflammables (1115), doit donner bien bon, que la moelle, pure de toute capable d'activer la combustion, c'est-à- tion du carbone, et par conséquent on sous forme de gaz oxyde ou acide

*des végétaux.* (Subérine Chevr.)

orce des végétaux n'est autre chose de des couches du bois, qui ont été ont refoulées vers la circonférence ar les couches plus internes, au déve- lesquelles celles-là se sont sacrifiées (\*). faudrait pas croire qu'en devenant se soient épuisées, comme la moelle toutes les substances que leur tissu ans ses cellules. Les substances rési- agineuses y abondent encore, et con- jour en jour à l'endurcissement de ces acquérant une plus grande solidité. : il s'agira d'analyser l'écorce, il est l'on rencontrera encore plus de diffi- arriver à un résultat exact, que lors- à analyser le tissu plus lâche et plus u ligneux.

que je viens de dire ne laisse pas que er même à l'écorce du *Quercus suber*, nait dans le commerce sous le nom de i se distingue par son élasticité. Car il niner au microscope, et même à l'œil du liège et celui du bois, pour s'assurer est mille fois plus poreux, plus criblé x, et par conséquent plus perméable que l'autre.

us croyons avoir démontré dans le *système de physiologie végétale et ue*, § 921, que le liège est une pro- guense, de la nature de ces *thallus* sur lesquels se développent les carac- *oletus favus* et *labyrinthiformis*. Ce une écorce, mais une végétation fon- octurne, développée sous l'ombre pro- : la véritable écorce que le *Quercus* ne-liège) possède tout aussi bien que

ouv. *système de physiolog. végét. et de botanique*,

toutes les autres espèces de chêne. Nous avons vu qu'on pouvait faire naître le liège, entre le bois et l'écorce de tous les troncs ou rondins qu'on abandonne dans la cave; nous l'avons rencontré sur les poteaux peints à l'huile, et les barrières des allées de nos bois, entre la couche externe du bois et la couche de couleur, qui faisait là l'office de l'écorce. A peine ces idées sortaient-elles de l'imprimerie, que Dutrochet se hâta de lire à l'Institut un petit bout de ces notes improvisées, qui tous les huit jours venaient fixer l'attention du monde savant, ébahi d'une activité aussi prodigieuse, et qui ont cessé juste à l'apparition de notre livre, pour recommencer sans doute dans quelques mois. Dutrochet avait reconnu, d'après lui, le liège sur le tronc vivant de l'orme tortillard, dans les piquants du rosier vivant, etc. La preuve, c'est qu'il avait découvert, dans ces tissus, des cellules allongées comme dans le liège; et pas un autre semblant de preuve. De là une file de conséquences les plus heureuses et les plus utiles aux applications industrielles, au premier rang desquelles il faut placer, sans aucun doute, l'avantage de faire des bouchons avec des épines de rose; idée qui n'aurait pas manqué de fournir quelques jolis couplets à nos poètes bachiques et anacréontiques. Il est fort probable que nous avons offert l'occasion à ces inspirations académiques; mais nous en repoussons toute la solidarité. Nous n'accuserons pas l'auteur d'avoir mal vu, ce qui serait fort pardonnable; car en si peu de temps il n'est pas trop possible de bien voir; mais nous assurerons positivement, une fois pour toutes, que l'auteur n'a jamais possédé la propriété de voir avec les yeux; inconvenient que la nature a amplement compensé chez lui, par une imagination qui n'a rien à envier à une excellente vue. Or l'imagination n'est nullement de la compétence de cet ouvrage.

1122. Quoi qu'il en soit, toutes les cellules corticales, ligneuses ou subéreuses, pleines de substances si variées et si opposées par leurs propriétés physiques et chimiques, se tassent et se recouvrent les unes les autres, de manière que les résineuses forment un obstacle au dissolvant de la gomme, et les gommeuses forment un obstacle au menstrue destiné à dissoudre la résine. La division mécanique du tissu tend, il est vrai, à diminuer la somme de ces résistances, mais non à les faire disparaître entièrement. Il restera donc toujours, quoi qu'on fasse, une certaine quantité de substances étrangères dans les cellules et les vaisseaux du tissu; et si le chimiste ne tient pas



compte de leur présence, il se verra exposé à bien des méprises et à bien des créations imaginaires.

1123. C'est ce qui est certainement arrivé à Chevreul, lorsqu'il a considéré le *tissu* du liège comme une substance *sui generis*, et distincte du *ligneux* ou du *gluten*, par un caractère qui serait des plus saillants, s'il n'était pas étranger au tissu de cette écorce. Il suffira, pour s'en convaincre, de rappeler les procédés dont l'auteur s'est servi, en vue d'obtenir la *subérine*, et de reconnaître les caractères qu'il lui assigne définitivement.

1124. L'auteur épuise le liège râpé par divers dissolvants propres à s'emparer des matières astringentes, résineuses et grasses que ses cellules contiennent. Le résidu, c'est la *subérine*, substance qui est très inflammable, et laisse un charbon léger. A la distillation sèche, la subérine donne de l'eau, puis une huile incolore et une huile jaune, qui sont toutes les deux acides, de même que l'eau; ensuite une huile brune, un peu d'ammoniaque, une substance grasse, cristalline, insoluble dans la potasse caustique, des gaz combustibles et un charbon poreux, égal en poids au quart de la subérine employée.

1125. Or l'analogie se refuse à laisser croire que le squelette d'une écorce donne lieu, par ses propres éléments, à tant de produits divers; car on n'en obtiendrait pas d'autres de la distillation sèche des substances réunies, que les dissolvants ont enlevées, dans la première opération, au liège râpé. Mais le principal caractère que l'auteur assigne à la *subérine*, c'est que, par l'acide nitrique, ce résidu fournit un acide nouveau que l'auteur a nommé *acide subérique*, et dont nous nous occuperons plus spécialement en son lieu, en avertissant d'avance que cet acide se rapproche, par tous ses caractères, des acides provenant des substances résineuses et fortement hydrogénées. Eh bien! l'analogie et les expériences de l'auteur se réunissent, pour démontrer que ce n'est point au tissu du liège, mais à ses substances organisatrices, qu'il faut attribuer la formation de cet acide, sous l'influence de la réaction de l'acide nitrique.

1126. En effet, l'auteur ayant traité par l'acide nitrique 50 parties de liège ordinaire, 50 parties de liège lavé à l'eau et 50 parties de *subérine* ou de liège épuisé par les dissolvants, a obtenu les produits suivants :

Liège ord., liège lavé, su

Matière fibreuse,

blanche, insoluble.

	0,18	0,90
Résine.	14,72	17,50
Acide oxalique.	16,00	10,60
Acide subérique.	14,40	19,60

La perle consiste en une matière jaune dissoute dans l'eau-mère, en acide carbonique en eau formée de toutes pièces.

1127. Or la résine qu'on retrouve dans la *subérine*, en la traitant par l'acide nitrique échappé opiniâtrément aux dissolvants, la mettre à nu, il a fallu corroder les cellules, en les métamorphosant en acide. La *subérine* n'était donc pas une substance immédiate, mais un mélange. Mais si l'on a conservé de la résine, quelle raison aurait-on pour croire qu'il n'ait pas conservé aussi de l'huile, la cire, et autres substances que les dissolvants enlèvent au liège; et, d'un autre côté, il est indubitable que la subérine soit un mélange de substances suivant les procédés et les instruments (analyse) de toutes ces substances étrangères. Pourquoi ne pas attribuer la formation de l'acide subérique, par l'acide nitrique, aux éléments des substances plutôt qu'aux éléments du liège lui-même?

1128. Au reste, au lieu d'opérer sur 50 parties de liège d'un côté, et sur 50 parties de liège lavé de l'autre, si l'auteur avait pris une certaine quantité de liège ordinaire pour la soumettre à la réaction de l'acide nitrique, et qu'épuisant ensuite un liège lavé d'une égale de liège ordinaire, il eût soumis à la réaction de l'acide nitrique, tout porte à croire qu'il aurait obtenu bien moins d'acide subérique dans la dernière que dans la première.

1129. On retrouve cet *acide subérique* dans l'épiderme (substance jeune) du bouleau, du cerisier et du prunier. Ces écorces renferment des substances résineuses et grasses presque en aussi grande quantité que le liège.

1130. Il faut donc rayer des catalogues de science la *subérine* et la *méduline*, l'une aux tissus fongueux et l'autre aux tissus ligneux.

*Ulmine, humus ou géine, acide que et ulmique, c'est-à-dire simples tions spontanées ou artificielles ssus ligneux.*

En faisant l'analyse d'une exsudation de force d'orme, c'est-à-dire de la sanie des ulcères si fréquents sur cette espèce, Vauquelin découvrit, en 1799, une substance, d'un noir brillant, très-fragile, dans l'eau froide, très-soluble dans l'eau, qu'elle colore en brun jaunâtre, plus soluble dans l'alcool et dans l'acide concentré, et qui est précipitée de ces solutions par l'eau.

Cette substance fixa successivement l'attention de Klaproth, Berzélius, Smithson et Braconnot. Il la rencontra dans le terreau du creux, dans la tourbe, dans une variété de nature; il en produisit même artificiellement en chauffant avec un peu d'eau, dans un vase d'argent ou de fer, parties égales de sciure de bois, de potasse caustique, et saturant la solution avec l'acide sulfurique qui précipite tout à fait. Berzélius admit ensuite en principe que l'ulmine formait une partie constituante de presque tous les arbres.

Les caractères de l'*ulmine* obtenus artificiellement, d'après Braconnot, de rouille, de la teinture de tournesol, de former, avec l'acide sulfurique, des combinaisons solubles dans l'eau, et qui sont décomposées par l'eau de chaux et les sels terreux; de se dissoudre, quelque temps après le mélange, dans l'eau par les nitrates de baryte et d'arsenic, et par le sulfate de fer, les chlorures de soude, et l'acétate d'alumine.

Wöhler et Sprengel, se fondant sur ces caractères, ont considéré cette substance comme un acide, et Sprengel a désigné l'ulmine comme l'acide végétal, ou bien l'humus, sous le nom d'acide humique.

Le mois de juillet 1826 (\*), j'appelai l'attention des chimistes sur les circonstances qui s'étaient jouées, pour ainsi dire, entre les chimistes, et je démontrai qu'au lieu d'être obtenu, après tant de travaux compliqués, le principe immédiat, on n'avait fait que changer plusieurs noms nouveaux à un mé-

lange de corps altérés, et je fis entrevoir que l'acidité même de ces *détritus* pouvait bien être tout à fait artificielle.

1136. Ces observations paraissent avoir ébranlé la conviction de Berzélius; car, dans son *Traité de chimie* (tom. VI, pag. 237), il invite les chimistes à rejeter le nom d'ulmine, comme ayant servi à indiquer des extraits mucilagineux de diverses natures; mais, comme par compensation, à la page 572 du même volume, il crée un nouveau nom (*géine*), pour désigner l'*humus* végétal que Braconnot assimilait à l'*ulmine*. Il désigne sous le nom d'*extrait de terreau* le principe du terreau qui est soluble dans l'eau; et quant à la substance charbonneuse qui reste après l'opération, et qui est insoluble dans l'eau, l'alcool, les alcalis et les acides, il la désigne sous le nom de *terreau charbonneux*. Ainsi, pour un nom supprimé, en voilà trois de créés; à ce compte et sous ce rapport, la science ne s'est pas appauvrie. Il est fâcheux seulement que Berzélius ait consacré tant de pages, dans sa nouvelle publication, à réhabiliter une substance, dont les chimistes, depuis notre premier travail, n'osaient plus se servir que pour mémoire. En relisant ce qu'en écrit aujourd'hui Berzélius, il est impossible de ne pas voir l'homme luttant contre la nécessité d'une réforme, que toute sa réputation ne saurait retarder. Or voici à quoi se réduit la substance désignée sous le nom d'*ulmine* (Vauquelin et Braconnot), d'*apothème brun* (Berzélius), d'*humus* ou d'*acide humique* (Sprengel), de *géine* et d'*acide géique* (Berzélius), et depuis notre première édition, d'*acide ulmique* par Boullay fils, et les rédacteurs de la sixième édition de Thénard, qui n'ont pas cru devoir reléguer cette substance dans le domaine de la physiologie (806); et, grâce à la direction académique, la synonymie n'a pas dit son dernier mot.

1137. Le ligneux, tel que nous l'avons défini (1102), étant formé d'une molécule de carbone et d'une molécule d'eau (863), dès qu'on le soumet à l'action d'une chaleur un peu forte et à l'abri du contact de l'air, éprouve une réaction intestinale qui tend à séparer la molécule d'eau de la molécule de carbone; l'eau se vaporise, et le carbone reste sous forme d'un résidu noir et poudreux. Si vous l'observez, après l'avoir broyé, au microscope, vous n'apercevez que des globules noirs et opaques, que l'on reconnaît être sphériques, malgré leur extrême petitesse. Ces globules, restant en suspension dans l'eau, semblent s'y

sur les tissus organiques, § 95, tome III des Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris.

dissoudre en la noircissant ; mais on s'assure au microscope que cette dissolution apparente n'est qu'une véritable suspension.

1138. Si , à l'action de la chaleur, vous joignez celle des réactifs extrêmement avides d'eau, tels que les alcalis caustiques, les acides sulfurique et hydrochlorique concentrés, il est évident que la carbonisation s'opérera plus vite ; mais puisque ces substances agissent, non-seulement comme agents de décomposition, mais encore comme agents de combinaison, il s'ensuit que le carbone pourra se trouver mêlé à des substances de nouvelle création, qui seront capables de lui prêter des propriétés nouvelles. D'un autre côté, l'on sait que les molécules de carbone ont la faculté d'absorber, de condenser dans leurs pores les gaz et les acides, etc., dans des proportions étonnantes ; si donc vous traitez le ligneux par les acides forts, soit immédiatement, soit pour saturer une base alcaline, il résultera que le carbone s'emparera d'une partie de ces acides, de telle sorte que les plus grands lavages à froid ne pourront l'en séparer. Mais dès que l'on soumettra ce mélange à l'action de la chaleur, l'acidité ne tardera pas à devenir manifeste. Ajoutez à toutes ces considérations une considération non moins importante, qui est la présence, dans le ligneux, de substances étrangères et disparates que les acides et les alcalis peuvent désorganiser tout aussi bien que le ligneux, en les transformant cependant en produits d'une autre nature ; alors il vous sera facile de ramener, à un simple phénomène de carbonisation, les phénomènes en apparence si variés qui ont donné lieu à la création des substances d'une nature analogue à l'ulmine. Il suffit, en effet, pour s'en convaincre, d'examiner en détail les caractères que les auteurs ont successivement assignés à cette substance polymorphe.

1139. *Cette substance est plus soluble à chaud qu'à froid, et, d'après Sprengel, lorsqu'elle est entièrement sèche, elle ne se dissout plus dans l'eau à aucune température.* — Lorsque vous précipitez l'ulmine par un acide, il se forme des coagulum qui se tassent et se pressent au fond du liquide ; l'action de la chaleur, en dilatant les substances emprisonnées dans ces grumeaux, les désagrége ; l'ébullition les répartit dans toute la masse du liquide, qui, même après le refroidissement, les retient en suspension à cause de leur légèreté. Mais si, par la dessiccation, on a chassé toutes les molécules d'eau, et autres substances volatiles que ces grumeaux avaient emprisonnées, et qu'on ait ainsi rapproché plus intimement les

particules hétérogènes de ce mélange charl il est évident que ces gros grumeaux, n de se désagréger, retomberont toujours au f vase par le moindre repos. Mais dans tout opérations, il est facile de constater au i scope que cette solubilité, à laquelle Spre fait jouer un rôle si important relativement phénomènes de la végétation, n'est qu'une s sion plus ou moins prolongée, selon les d sions plus ou moins grandes des particules honnées.

1149. *La gomme acide se dissout difficilement et incomplètement dans l'alcool* (Berzélius). Cette substance, provenant du ligneux traité par la potasse, doit nécessairement conserver l'opération une assez grande quantité de substances huileuses, grasses et résineuses, que le ligneux possède dans ses cellules. Ces grumeaux à charbonnés peuvent donc être considérés comme un magma de gomme, de charbon, de résine soudés ou adhérents grossièrement entre eux. Il n'y a donc rien d'étonnant que l'alcool parvienne à en désagréger quelques-uns, et à isoler par conséquent des particules, que leur légèreté suffira pour les faire monter et rester en suspension. Au microscope fait justice de cette dissolution apparente, comme de la première.

1141. *L'ulmine séparée de son dissolvant se redissout dans l'eau avec des phénomènes très-curieux. On voit les grumeaux monter et redescendre avec rapidité* (Vauquelin). — Ces phénomènes si curieux se réduisent à des phénomènes très-ordinaires, et qui se produisent sans le moindre effort d'imagination. On voit des fragments de sucre spongieux ; on voit ces fragments monter et descendre maintes et maintes fois ; on observe en même temps que leur surface par conséquent leur pesanteur, varie à chaque ascension et à chaque précipitation nouvelle. Ajoutez à cette première cause, la présence d'une certaine quantité d'alcool, dans le précipité, comme Vauquelin observait, et ces mouvements deviendront être plus précipités et plus variés, à cause de la dissolution des molécules alcooliques (649).

1142. *La dissolution de l'ulmine dans l'eau et dans l'alcool rougit le papier de tournesol, tandis que la partie non dissoute est précipitée par l'action sur ce réactif* (Braconnot, Sprengel, Berzélius, etc.). Dès l'année 1827 (\*) nous

(\*) Voyez notre *Mémoire sur les tissus organiques*, tom. III des *Mémoires de la Société d'histoire naturelle*, Paris, 1827.

ver aux chimistes que l'acidité de cette  
 lui est tout à fait étrangère. Car pour  
 l'ulmine traitée par la potasse, on se  
 acide, de l'acide hydrochlorique, par  
 or, disions-nous, il est impossible d'en-  
 me par les plus nombreux lavages,  
 substance organisée, l'acide quelconque  
 l'on l'aura mise en contact; en sorte  
 à froid, soit à chaud, cette substance  
 ne cessera jamais de déceler la présence  
 le, tant qu'on ne l'aura point désor-  
 ar le feu. Ces réflexions frappèrent  
 qui s'attacha à dépouiller l'ulmine, ou,  
 servir de ses expressions, l'acide humi-  
 ide hydrochlorique dont il s'était servi  
 écipiter, et il crut y être parvenu après  
 a nombre de lavages; car le nitrate  
 e réagissait plus alors d'une manière  
 Or Berzélius fait justement remarquer  
 preuve est nulle, vu que les chlorures  
 ainsi que les autres sels à même base,  
 ls par les corps contenant du carbone  
 ndrogène. Mais après avoir émis une  
 i juste, Berzélius n'en persiste pas  
 onsidérer cette substance comme immé-  
 faisant remarquer seulement que, *dans*  
*riptions de la géine on a attribué*  
*riétés de celle qui a été changée par*  
*'un alcali, à la géine qui n'a pas été*  
*a géine, dit l'auteur, qui rougit le pa-*  
*urnesol, est la même, quel que soit*  
*il ait servi à la précipiter* (\*). Mais  
 ra sans doute pas rappelé à son esprit,  
 et ces lignes, que la potasse mise en  
 ec le ligneux détermine la formation  
 arbonique, acétique, oxalique, et sans  
 beaucoup d'autres encore, selon la  
 végétal. Voilà donc bien des causes d'aci-  
 cette substance plus ou moins carbo-  
 reste, il faut admettre en principe que  
 st inséparable de la solubilité; or la sub-  
 ire qui compose la *géine* est un mélange  
 es carbonisés aussi insolubles que les  
 de charbon obtenu par la voie directe,  
 on peut s'en assurer au microscope;  
 lité que manifeste le liquide, qui tient  
 es en suspension, leur est tout à fait

*si l'on ajoute un acide à une dissolu-*  
*line de géine, celle-ci est précipitée.*

sée de Berzélius est assez difficile à saisir, car un  
 t l'auteur dit que dans son état naturel, la *géine* est  
 ir le papier de tournesol.

Cette précipitation provient ou bien de ce que  
 l'acide produit des coagulum, en s'emparant de la  
 potasse qui tenait en dissolution quelques sub-  
 stances provenant du ligneux désorganisé, ou  
 bien de ce que les globules carbonisés, jouissant  
 de la propriété d'absorber et de condenser les  
 acides, acquièrent par là une pesanteur spéci-  
 que plus grande. Quant à la première explica-  
 tion, on ne doit pas perdre de vue que le bois  
 qu'on traite par l'alcali renferme force substances  
 hétérogènes (1102). Au reste, ces deux hypothèses  
 peuvent se réaliser à la fois, et il faut bien ranger  
 ce précipité dans l'ordre des phénomènes physi-  
 ques, puisque l'observation directe au micro-  
 scope ne permet plus de les considérer comme  
 l'effet d'une réaction chimique.

1144. Si l'on filtre la géine précipitée par un  
 acide, et qu'on la soumette à des lavages réitérés,  
*tant que la liqueur qui passe par le filtre con-*  
*tient de l'acide libre, elle est incolore; ensuite*  
*elle commence à se colorer, et à la fin elle dis-*  
*sout jusqu'à  $\frac{2}{3}$  pour cent de son poids de la*

*masse précipitée* (Berzélius). A mesure que l'eau  
 des lavages étend l'acide du précipité, la substance  
 coagulée par l'acide commence à se désagréger;  
 les molécules charbonnées qu'elle emprisonnait  
 s'isolent et passent ainsi librement à travers les  
 mailles du filtre (955), en sorte que l'eau paraît  
 s'en colorer.

1145. L'ulmine ayant été transformée en *acide*  
*ulmique* ou bien en *acide humique*, il était ra-  
 tionnel qu'on étudiât ses combinaisons avec les  
 bases. Sprengel et Boullay ont entrepris cette tâche  
 vraiment pénible, et ils ont publié à ce sujet un  
 travail qui effrayerait l'imagination, par l'ano-  
 malie des faits qu'il renferme, si, après ce que  
 nous venons d'exposer, on ne savait à quoi s'en  
 tenir sur le compte de cet acide. Prenez du char-  
 bon pulvérisé, mêlez-y un peu de résine et de  
 gomme, plus un acide quelconque, et vous com-  
 binerez ce mélange avec les bases, de manière à  
 pouvoir publier un travail plus volumineux que  
 ceux de Sprengel et Boullay jeune. Ces deux au-  
 teurs ont même cherché non-seulement la compo-  
 sition élémentaire de cet acide, mais encore sa  
 capacité de saturation; mais leurs résultats sont  
 si discordants entre eux, et s'accordent si peu avec  
 les lois de la chimie, que les auteurs les plus favo-  
 rablement portés en faveur de ces écarts de l'an-  
 cienne chimie n'ont pu les enregistrer que comme  
 des faits particuliers; nous ne chercherons donc  
 pas, nous, à nous y arrêter.





é par Dumas et Thénard, n'a pas eu longue réfutation.

Il a eu soin de se pénétrer des principales réfutations qui ont fait le sujet des précédents, il sera facile de se rendre certains résultats, qui, s'étant réentraînés de la terre, sembleraient, à l'œil, appartenir à un autre ordre de choses.

**1153. LE.**—Si nous exposons au feu, sur un métal ou de verre, la substance végétale blanche, telle que l'amidon ou le sucre, on la verra se boursoufler, se gonfler en noircissant, et former, sans s'enflammer pas, une surface luisante comme du jais. Si l'on procédait on pourrait porter la chaleur jusqu'à une température plus élevée, jusqu'à celle où vitrifient certains oxydes, et cette température et ce charbon coulant ou plutôt cette température de carbone n'en aurait aucune plus mate et un œil plus vivace. Exposons donc qu'on soumette, à l'abri de l'air, et dans un vase clos, un mélange de soude, de silice, d'oxyde de fer, d'un côté, et de ligneux plein encore de sève qu'à l'état vivant ses cellules élastiques, la substance organique restant fondue dans la substance inorganique entre en ébullition, ou bien le coup de feu capable de vitrifier les oxydes succédant brusquement à la température où fondent les tissus, se mélangeront et n'en formeront qu'une seule, noire, compacte et homogène; avec tous ses caractères une *houille*

à la température nécessaire à la production de la houille peut être le résultat d'une fermentation, tout autant que celui de la houille de nos fourneaux. On connaît jusqu'à quelle profondeur, que l'on a soin de chauffer d'un demi-pied de terre végétale; dans le premier feu, il serait impossible de la main une seule minute; or, la chaleur dégagée est en raison de la température qu'elle émane. Mais s'il arrivait, par quelque catastrophe, que toute une forêt tout à coup ensevelie, arbres et tout genre, sous une masse de sable ou de cendre, l'élevation, jugez, aux proportions

d'une telle couche fermentescible, de la chaleur qui se dégagerait par la fermentation. Le sable y fondrait comme dans nos verreries, et le calcaire du sol s'y vitrifierait, en même temps que la végétation tout entière coulerait comme du bitume; et cet emplacement serait, pour les siècles futurs, une vaste houillère, c'est-à-dire un mélange fondu et pour ainsi dire vitrifié, de charbon oléagineux, de sulfures de fer, et de différentes terres; ce serait en un mot une *ulmine* vitrifiée.

**1154. TOURBIÈRES.** — Plus modernes et toujours inondées, les mousses de nos marais n'ont pu être exposées à une fermentation aussi puissante; aussi leur carbonisation n'a pas dépassé les caractères du terreau qui provient de la fermentation spontanée et à ciel ouvert.

**1155. BLÉS CHARBONNÉS.** — On trouve assez fréquemment enfouies dans la terre, des quantités assez considérables de blé, qui paraissent avoir été mises en réserve dans ces cachettes, à l'époque de nos guerres civiles et religieuses, ou à l'approche des invasions de notre vieille histoire. Ces blés sont charbonnés, comme s'ils avaient été exposés à une haute température en vase clos. Une découverte de ce genre fournit à Lassaing l'occasion d'annoncer à l'Institut (juillet 1834), qu'il venait de trouver, près des fondements d'une vieille maison, des grains de blé, que l'humidité, sans le contact de l'air, avait réduits à l'état de terreau charbonneux et d'*acide ulmique*. Nous avons examiné ces grains, et nous n'y avons rien vu qui porte les traces de l'action de l'humidité seule. Ces grains ont conservé leur forme et leurs dimensions ordinaires; seulement, à l'intérieur comme à l'extérieur, ils sont réduits en charbon, exactement comme les grains de café, dont la torréfaction a été poussée trop loin. En torréfiant nos grains de blé ordinaire tout autant que ces grains de café, on reproduirait, aussi exactement qu'il est possible de l'attendre, les grains de ces décombres, avec ce prétendu terreau charbonneux que donne la précipitation après trituration, et ce prétendu *acide ulmique* que donne la suspension du même terreau charbonneux, enfin, jusqu'à l'odeur du café brûlé qui caractérise les grains des décombres. L'humidité seule et sans élévation de température, ne produirait jamais rien de semblable, même à l'abri du contact de l'air; le grain de blé placé à l'humidité et qui ne germe pas, se putréfie; il se décompose, il répand une odeur fétide et ammoniacale; il ne se charbonne pas et ne devient pas acide. Toutes les vapeurs, au contraire, qui en

Émanent sont imprégnées d'acide, tout le charbon qui reste au fond du vase donne des signes intenses d'acidité, quand on soumet le grain à un coup de feu qui le désorganise. Les grains charbonnés que l'on trouve fréquemment dans le sein de la terre voisine des habitations, ont donc subi l'influence non d'une lente humidité, mais d'une élévation brusque de température. Or il pourrait arriver que ce résultat soit l'effet d'un violent incendie, qui aura échauffé, comme un fourneau, les parois du gîte où ces grains avaient été enfouis par précaution. Mais en laissant de côté cette cause, qui du reste ne nous paraît pas la plus générale, il sera facile de comprendre que des tas de blé enfouis ainsi dans des lieux humides, ont pu se charbonner, par l'effet seul de leur propre fermentation. On sait, en effet, combien de chaleur répandent les tas de grains d'orge que l'on fait germer en masse pour la fabrication de la bière; mais qu'on essaye de recouvrir à de grandes profondeurs des grains de céréales, chez lesquels s'est déclaré le mouvement de la germination; l'échauffement produit par la décomposition des germes sera tel, que ces grains se charbonneront tous, comme si on les avait torréfiés au feu; car pour charbonner des grains, il suffit d'une température d'un peu plus de 100°; or nous voyons la fermentation de nos meules de foin élever la température jusqu'à la flamme de l'incendie. Mais d'un autre côté, la germination abonde en acide acétique et carbonique, dont le charbon qui a la propriété d'absorber et de condenser les gaz et les acides, ne manquera pas de s'imprégner, d'une manière durable et opiniâtre; ces grains charbonnés seront donc acides. Du reste, on se convaincra encore mieux de la vérité de l'induction, en expérimentant de toutes pièces, et en reproduisant en connaissance de cause, ce que le hasard nous fait trouver dans les entrailles du sol. Il suffira peut-être d'un mois, pour obtenir le résultat complet, qui fait le sujet de ce paragraphe.

### § VIII. Combinaison prétendue du ligneux et de l'amidon.

1156. Je ne sais pas si, après tous les développements que j'ai donnés ci-dessus à l'histoire de la fécule (1065), je devrais m'occuper ici d'une prétendue substance que Einhof et Vauquelin considéraient comme un mélange intime d'amidon et de fibre végétale. Cette substance s'obtiendrait du tissu des pommes de terre, après l'avoir séparé, par la trituration et par de fréquents lava-

ges, de toutes les parties que l'eau est ou d'entraîner ou de s'assimiler. Elle sous forme de fibres tenaces et tranchées, se ramollissant par l'ébullition, et se transformant en grumeaux acides, et à la fin en un empois également; délayée dans l'eau, sans avoir à l'ébullition, elle s'aigrit promptement et se convertit en vinaigre, dans l'espace de quelques jours. Berzélius considère cette substance comme analogue à l'enveloppe insoluble des grains d'amidon (téguments, 908)!

1157. Ces trois chimistes ont raison; mais l'hypothèse que, toutes les fois que l'on traite le plus rien aux tissus organisés, ces tissus ne renferment plus rien qui soit d'être enlevé par l'eau. Mais nos expériences ont suffisamment démontré la fausseté de cette hypothèse qui a causé tant d'erreurs en chimie. En examinant au microscope, et avec l'aide des secours des réactifs, cette substance dite ligneuse, on ne tarde pas à reconnaître que les grains d'amidon sont restés opiniâtement attachés aux parois des cellules, même après avoir été éventrés par le déchirement et la trituration. Voilà tout le secret de cette substance, qu'il nous faut encore rayonner avec les progrès de la science.

### § IX. Transformations réelles et prétendues du ligneux par l'action de l'acide.

1158. Le ligneux possédant presque la même composition élémentaire que l'amidon, il n'est pas étonnant que l'action de l'acide nitrique lui fasse subir les mêmes transformations que cette dernière substance.

1159. L'action de l'acide nitrique jaunit d'abord le bois, le désorganise et le convertit en une masse pulvérulente, et enfin en un charbon noir, en le convertissant, d'abord en acide malique, et, par une opération plus avancée, en acide oxalique (881).

1160. L'acide sulfurique donne des résultats encore plus intéressants sous le rapport physiologique; car, d'après nous, la circonstance semble moins mériter d'être considérée que le ligneux que lui rendre sa forme primitive. C'est à Braconnot que nous devons la découverte de ces décompositions, et à Kirchhoff que nous devons la seconde qui est la première en date.

1161. Vingt-quatre grammes de le

bien sèche, arrosée peu à peu avec tre grammes d'acide sulfurique con- e manière que la masse s'échauffe à s'imbibe également, finissent par dis- ans dégagement de gaz; et il en ré-ASSE mucilagineuse, très-tenace, pois- u colorée, entièrement soluble dans exception d'une petite quantité de tissu é. Le ligneux est alors transformé en qu'on extrait, en étendant d'eau le saturant l'acide sulfurique par la craie; on lave le résidu sur un linge, et on e certaine quantité d'acide oxalique au pour en précipiter la chaux qu'il pour- nir; on filtre de nouveau, l'on concen- s'empare des acides libres que la masse contenir, en la traitant par l'alcool. s premières expériences, 21,5 grammes uraient produit net 21,9 de gomme. sultat est inexplicable autrement qu'en t que la gomme ainsi obtenue renferme ne quantité appréciable de chaux, de l'oxalate et d'eau.

Lorsqu'au lieu de saturer par de la craie n acide de la masse mucilagineuse obte- id, on la fait bouillir pendant dix heures, e gommeuse se trouve peu à peu décom- finit par être presque entièrement rem- ir du sucre en tout point analogue à aisin.

extraire, on sature avec de la craie, on évapore jusqu'à consistance sirupeuse. l-quatre heures, la cristallisation com- se manifester, et dans l'espace de quel- s, tout le sirop se prend en masse. On : sucre à l'état de pureté, en le pressant t entre plusieurs doubles de linge usé et il cristalliser une seconde fois; en le enfin par le noir animal, on le rend ncheur éclatante.

Braconnot a annoncé qu'en outre de ces mations du ligneux par l'acide sulfurique, duit encore un *acide*, qu'il a désigné sous l'*acide végeto-sulfurique*. Pour l'obtenir e de l'opération précédente, on neutra- r le carbonate de plomb, le mélange .acide, étendu d'eau; on filtre la liqueur, arer le sulfate plombique, et on la traite az hydrogène sulfuré, pour précipiter de plomb qu'elle tient en dissolution. La filtrée de nouveau, est évaporée à une valeur jusqu'à consistance de sirop, puis ar l'alcool, qui précipite la gomme; on

agite le sirop qui reste, avec de l'éther qui dis- sout l'acide, et laisse le sucre. La dissolution éthérée est jaune, et laisse après l'évaporation un acide presque incolore, fortement acide, presque caustique, qui attaque fortement les dents, qui ne peut être obtenu à l'état cristallisé, et qui attire l'humidité de l'air; au-dessus de 20° de chaleur, il commence à brunir, et un peu au-des- sous de 100°, il se décompose, devient noir; et si on l'étend d'eau, il laisse déposer une substance charbonneuse; il est alors précipitable par les sels barytiques.

Thénard avait émis l'opinion que cet acide n'é- tait que de l'acide hypo-sulfurique combiné avec une certaine quantité de matière végétale. Berzé- lius a pris soin de réhabiliter ensuite cette sub- stance. Cependant on n'a qu'à réfléchir sur toutes les circonstances précédentes, pour s'assurer que ce n'est là que de l'acide sulfurique tenant en dis- solution une certaine quantité de sucre. L'éther ne précipite que la portion de sucre que l'affinité de l'a- cide ne peut rendre soluble dans ce menstrue (65); si l'acide se refuse à précipiter les sels barytiques et à base de plomb, cela vient uniquement des pro- priétés que communique à l'acide l'association plus intime d'une certaine quantité de sucre; nous verrons, en parlant de l'acide lactique, un exemple de mélange analogue à celui-ci par ses propriétés nouvelles. Vous retrouvez l'acide sulfu- rique après, comme vous l'aviez reconnu avant de l'employer; seulement vous avez de plus une substance charbonneuse. Que faut-il de plus pour conclure, que vous aviez sous les yeux un mélange intime, et non une transformation?

1164. XYLOÏDINE DE BRACONNOT. — L'auteur des précédentes inductions ne s'arrête point dans la carrière qu'il a ouverte à ses travaux; il y avance, comme s'il n'avait pas même aujourd'hui à crain- dre qu'une pareille direction ne mène à l'absurde; il fait comme tant d'autres, il n'a pas de conseils à recevoir, les *Annales de chimie et de physi- que* (\*) sont là pour enregistrer ses productions sans contrôle; et il est juste de l'avouer, ce jour- nal n'en publie pas tous les jours encore de cette valeur. L'acide sulfurique, sous la plume du chi- miste, avait transformé le ligneux en acide *végeto- sulfurique*; l'acide nitrique ne devait pas rester en arrière, et du même trait il a transformé l'a- midon, la sciure de bois, le coton, le linge, la gomme arabique, l'inuline, la saponine, etc. (mais

(\*) Tom. LII, 1833, pag. 290.

non la gomme de chiffons de linge obtenue par l'acide sulfurique concentré), en xyloldine. Nous craignons que nos expériences relatives à l'action de l'acide nitrique sur l'amidon (930) n'aient fourni l'occasion de cette théorie; dans ce cas les explications, dans lesquelles nous allons entrer, devront être considérées comme une amende honorable.

1165. « 1° L'auteur a délayé cinq grammes de fécule avec une suffisante quantité de cet acide; et, après avoir agité de temps en temps le mélange, il a obtenu une dissolution mucilagineuse parfaitement transparente; mais celle-ci a été entièrement coagulée par l'eau en une masse blanche, caséiforme, laquelle, écrasée, bien lavée et desséchée, pesait exactement cinq grammes (\*), comme la quantité d'amidon employée! 2° Elle est blanche, pulvérulente, insipide, et ne rougissait pas le papier de tournesol. 3° Si on la délaye avec la teinture d'iode, celle-ci se décolore, et on obtient une combinaison jaune. Le brome n'a aucune action sur cette matière. 4° Elle se ramollit et s'agglomère dans l'eau bouillante, mais sans s'y dissoudre en aucune manière. 5° Elle ne se dissout pas mieux, lorsqu'on la fait bouillir dans l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau; mais avec l'acide sulfurique concentré, on parvient à obtenir une dissolution parfaitement incolore, qui n'est point précipitée par l'eau, et qui renferme une matière gommeuse. 6° L'acide hydrochlorique dissout facilement la nouvelle substance, surtout à l'aide d'une douce chaleur; mais elle en est entièrement précipitée par l'eau avec toutes ses propriétés. 7° Elle passe aisément à froid dans l'acide nitrique affaibli ordinaire; l'eau et les alcalis précipitent abondamment cette dissolution, qui peut produire de l'acide oxalique, mais point d'acide mucique. 8° De tous les acides végétaux, l'acide acétique concentré paraît être le seul qui agisse sur la substance que nous examinons; il la dissout facilement, surtout à l'aide de la chaleur, et peut même s'en charger en une proportion telle, que la liqueur prenne la consistance d'un mucilage épais, lequel, mis en contact avec l'eau, se coagule en masse dure d'un blanc mat; mais en le faisant sécher à une douce chaleur, il laisse une matière vernissée qui n'est pas moins incolore que du verre blanc. 9° L'ammoniaque et la potasse caustique sont sans action sur la nou-

velle substance; cependant elle s'y agit devient translucide; mais par l'ébullition par obtenir une dissolution brunâtre, et les acides précipitent la matière dissoutment modifiée. 10° L'alcool bouillant a peu d'action sur la nouvelle substance; la liqueur alcoolique devient légèrement cente en refroidissant. 11° Exposée à la elle s'enflamme avec beaucoup de facilité même de la chauffer sur une carte, pour charbonne rapidement. aussitôt qu'elle c à se liquéfier, sans que la partie de la cassée à la chaleur soit sensiblement end. 12° Distillée dans une petite cornue de v laisse environ  $\frac{1}{6}$  de son poids d'un char

cile à incinérer, comme celui de la fécule même, et fournit en outre un produit brunâtre contenant beaucoup d'acide acé-

1166. Nous avons eu soin de numéroté les réactions indiquées par l'auteur: ne les évaluer dans le même ordre. Peut-être nous dans des répétitions et des lo mais nous ne pensons pas devoir nous de cette réfutation sous une nouvelle vieilles méthodes ne se renversent que répétitions; elles ne se rendent jamais abord à l'évidence.

1° Nous avons déjà suffisamment ce phénomène (930); l'acide nitrique ayant priété de transformer à chaud l'amidon oxalique, il est évident qu'à froid son ac se manifester, mais proportionnellement moins d'énergie. Dans les premiers inst chaleur dégagée par la combinaison de l' trique avec l'humidité de l'atmosphère su faire éclater les téguments de la fécule les corrode ensuite, en s'emparant des b reuses qui sont combinées avec leur ti comme l'acide nitrique est extrêmement d'eau, et que l'eau est le menstrue de soluble, il s'ensuit que l'acide dissout cette substance devenue entièrement go Mais voici que l'eau la coagule tout à coup cipite, ce qui semble impliquer une contr La contradiction n'est qu'apparente. E l'acide nitrique ayant pour l'eau une aff périeure à celle de la substance amyliée suit qu'il s'en emparera à son profit au contact, qu'il se l'associera subitement d nière exclusive, et que partant il abando substance amyliée qu'il dissolvait aup car un menstrue ne l'est que pour une cl

(\*) C'est une erreur certainement, car il est impossible, qu'un semblable précipité ait lieu sans emprisonner de l'acide, qui en augmentera le poids.

ce premier déplacement, l'équilibre se renaitre, et peu à peu l'eau acide la redissout, la substance qu'elle d'abord. Il est encore une circonstance négligée par les chimistes, et qui croit à tort à une précipitation, celle du pouvoir réfringent de la fécule avec la substance essayée. La fécule d'amidon et d'eau possède né- pou-voir réfringent et une densité le l'eau ordinaire; or si, dans l'expérience, vous versez de l'eau dis- servez, à travers les parois du verre, des lames distinctes, et séparées d'abord par une ligne de démarcation horizon- tale, c'est-à-dire le mélange d'amidon sera la plus pesante, elle sera en plus opaque. Celle qui la surmon- tera d'abord presque que d'eau; donc rien précipité, elle se sera déposée. Dissolvez de la gomme dans l'eau, de manière à ce que la dissolution soit la même; si vous versez ensuite de l'eau sur le mélange, vous aurez devant vous une solution analogue; la solution de gomme paraîtra avoir été précipitée par

l'acide dont parle l'auteur ne rougissait pas, parce que l'acide était em- prisonné dans le coagulum; deux heures après son dépôt, les réactifs auraient donné les signes évidents d'acidité.

l'acide ne colore pas en bleu le mélange, mais réagit avec un acide aussi suscep- tible de réagir que l'est l'acide nitrique, sans changer de se transformer immé- diatement en iodique (947).

En première action, l'acide opère d'une manière à enlever de l'hydrogène ou de l'oxygène aux substances organiques, comme tous les acides en augmentant les proportions du même acide, il enlève d'autant la solubilité de la substance bouillante, qui s'empare de l'acide et l'empêche, en l'étendant, de réagir. L'acide ne répare nullement l'altération qui en fait une substance moins soluble.

Il faut dire autant de l'acide sulfurique que des acides seuls concentrés sont dans le but de briser les molécules de la substance et de la transformer en de nouveaux produits plus solubles que l'amidon.

Il faut aussi dire de la solubilité de la fécule dans l'acide nitrique, s'applique immédia-

tement à la solubilité dans l'acide hydrochlorique.

7° Les alcalis avides d'eau et d'acide doivent nécessairement précipiter l'amidon, faute de dissolvant. Nous expliquerons plus bas, pourquoi l'amidon traité par l'acide nitrique ne produit pas de l'acide mucique.

8° L'acide acétique, même concentré, renferme assez d'eau pour servir de menstrue; c'est celui dans lequel les sels (et nous avons dit que l'amidon en renferme) se dissolvent le mieux. Si à la place de l'acide acétique, vous vous serviez d'acide oxalique, il est évident qu'il se produirait un précipité d'oxalate, lequel entraînerait en un magma les molécules de la substance coagulée. Quant au vernis dont l'auteur parle, la substance soluble de la fécule, isolée de ses téguments, forme un vernis exactement semblable; seulement la présence de l'acide acétique doit le rendre plus déliquescent.

9° L'ammoniaque et la potasse caustique ne sont pas sans action sur le précipité; ces alcalis doivent au contraire en augmenter la coagulation, à cause de leur grande avidité pour l'eau (641); aussi la masse ne tarde-t-elle pas à offrir des signes évidents d'un commencement de carbonisation.

10° L'alcool doit dissoudre de cette substance toute la quantité qui se trouve en contact avec l'eau et l'acide, mais plus à chaud qu'à froid, d'où vient qu'une partie se précipite par le refroidissement.

11° Elle s'enflamme comme toutes les substances qui renferment des nitrates; du reste l'amidon s'enflamme facilement. Cette substance doit noircir par une chaleur qui n'altère pas la blancheur de la carte à jouer; car elle renferme un élément de carbonisation (les molécules d'acide), que la carte ne renferme pas dans ses feuillets.

12° Ces divers produits s'obtiennent de la fécule intègre; la présence de l'acide nitrique et des nitrates opère ici, comme le phosphate d'ammoniaque, en soustrayant la masse charbonneuse au contact de l'oxygène de l'air, en la recouvrant enfin d'une enveloppe imperméable.

1167. Tous les caractères assignés par l'auteur à la xyloïdine ne sont donc que des caractères empruntés; ce sont des circonstances dont nous avons suffisamment appris à évaluer l'importance, et dont nous avons plus d'une fois reconnu l'origine; ce sont des effets d'un mélange, qu'il est absurde de n'attribuer qu'à un seul des éléments de la complication. S'il fallait admettre



comme vrais les motifs sur lesquels l'auteur appuie sa découverte, l'auteur aurait failli alors par trop de réserve, il aurait été trop sobre de créations nominales; car il n'est pas de réactif qui ne soit capable de donner lieu à des produits dignes, au même titre, d'être inscrits au catalogue, sous un nom particulier.

§ X. *Application des résultats contenus dans les paragraphes précédents.*

1168. **PHYSIQUE.**—Le ligneux réduit à sa plus simple expression étant une combinaison d'une portion en poids de carbone et d'une portion d'eau (1115), il s'ensuit que, privé d'humidité étrangère, il est tout aussi peu conducteur d'électricité et de calorique que le carbone; mais, en reprenant l'humidité de l'air, il reprend sa conductibilité pour ce fluide impondérable. Les petites boules de moelle de sureau, suspendues à des fils de soie, forment d'excellents électromètres, à cause de leur légèreté et de la pureté de leur ligneux. Dans les expériences qui auront pour but l'étude des phénomènes électriques chez les végétaux, il ne faudra jamais perdre de vue la différence qui doit exister, sous le rapport de la conductibilité pour l'électricité et le calorique, entre le bois sec et la tige vivante, entre le ligneux et le bois.

1169. **FISSILITÉ DU BOIS.**—Le bois ne se fend jamais par tranches horizontales, comme le fait le cylindre médullaire du sureau; mais toujours longitudinalement. Cela vient de la structure générale du tronc et de la tige, grands et gigantesques entre-nœuds, qui sont organisés, avec toute la rigueur de l'exactitude, sur le type d'un fruit pluriloculaire (\*), c'est-à-dire qui sont une agrégation de longues et vastes loges ou cellules rayonnantes autour du tuyau médullaire, qui leur sert de *placenta columellaire*. Ces loges reproduisent, par le même mécanisme, d'autres loges à leur intérieur, et celles-ci des loges de création nouvelle, et ainsi de suite à l'infini, mais toujours dans le sens du développement tigellaire, c'est-à-dire plus en longueur qu'en largeur; en sorte que chacune des loges principales s'étend de la base au sommet du tronc le plus gigantesque; une tranche horizontale du tronc offre le plan et le profil du rayonnement produit par toutes ces loges primaires, secondaires

et tertiaires. La dessiccation arrive à déles parois de ces loges, comme se désa sous la même influence, les loges de cer L'impulsion cunéiforme opère cette dé tion avec violence, et le tronc se fend e Il faut, au contraire, déchirer le tissu, solution de continuité, limer enfin de proche avec la dent de la scie, pour tronc et une tige en largeur; car, dans rencontre des épaisseurs et non des so continuités et non une agglutination. pas de même de la moelle, dont tou lules offrent les mêmes diamètres da dimensions, et permettent au cylindre de se désagglutiner tout aussi bien e qu'en largeur, et aux distances les pl chées.

1170. **DESSICCATION DU BOIS.**—Si plus élevé n'est qu'un entre-nœud, les cellulaires doivent s'étendre en généra vers l'extrémité. Lorsqu'on a coupé le interstices se remplissent d'air, en se de l'eau qui y circulait; il en est de m lules vasculaires de la sève qui s'écoule place à l'air extérieur. Jusqu'à ce que soit dépouillé entièrement de cette par que l'évaporation lui enlève chaque jou propre aux besoins des arts, et ne tar perdre, en se déjetant par la dessiccatio que la hache et le ciseau lui auraient faut le laisser dessécher sur pied ou avant de décider à quel usage l'art du le consacrer. Chacun comprend de q il serait pour la grande industrie, d'av cédé prompt et facile, pour abréger la dessiccation du bois. Nous avons, dans *logie végétale*, § 2074, proposé le suiv fondé sur la théorie du développement et qui, s'il réussit, comme nos prév permettent de le croire, joindrait à d'une prompte dessiccation, celui d' compactité, à la force et à la flexibilité Ce procédé n'est autre que l'application chine pneumatique à la dessiccation de comment, *à priori*, nous avons conçu Soit un atelier à l'abri de l'humidité, e sera tenu aussi sec que possible, a substances avides d'eau, telles que d vive, de l'acide sulfurique, du son et du déposés çà et là sur des soucoupes en r fisant. Supposons qu'on désire opérer l tion d'un tronc d'arbre, équarri ou

(\*) *Nouveau système de physiologie végétale et de botan.*, § 551.

se goudronnera toute sa surface, à l'extérieur des deux tranches qui forment les deux extrémités de la machine qui fait le vide, l'autre en communication avec l'air extérieur. Les indications hygrométriques cesseront de marquer des quantités appréciables d'eau dans le bois de l'arbre, qu'on enduise d'une substance oléagineuse de peu de valeur, ou mieux d'une substance qui se dessèche lentement siccatrice, l'extrémité du bois est opposée à la machine, et que l'on ne fasse jouer le piston de la machine ; les petites lacunes qui étaient remplies d'air au commencement de l'opération, se remplissent de la substance oléagineuse, qui s'y dessèche et préservera ainsi les parois de l'effet de l'air et de l'eau.

Il est probable qu'on trouvera d'autres avantages à ce procédé, en essayant l'action d'une foule de substances répandues dans le commerce, les dissolutions de fer, de sels calcaires, etc., qui rendraient le bois incomparablement plus dur que du métal. Peut-être même obtient-on le même résultat, en laissant plonger le bois, après qu'elle est achevée, dans une dissolution concentrée de sulfate de fer et de chaux. Si l'on soumettait à l'un ou l'autre de ces procédés toutes les pièces qui entrent dans la construction d'un édifice, il est indubitable qu'on éviterait court à l'incendie des habitations. Jusque-là, les économistes qui ont visé à ce résultat sont contents de revêtir seulement les murs, les merrains et des poutres, avec un sel qui résiste au feu, forme croûte, et préserve l'intérieur du contact de l'air et de la flamme ; il est évident que cette amélioration avait le tort d'être su-

**AGRICULTURE.**— L'*humus* étant un résidu de la décomposition des corps charbonnés, mais absolument incombustible, il est évident qu'il ne peut être démontré que le rôle qu'il joue dans la végétation n'est pas d'être absorbé par les plantes pour passer dans la sève, à l'état de liquide nourricier. L'*humus* et le *terreau* ne sont que des produits immédiats de l'organisation, mais ils ne sont pas, si je puis m'exprimer ainsi, des sucres nourriciers. Le charbon, en effet, a la propriété d'absorber les gaz, de les condenser dans ses pores. Or si, dans ses pores, se trouvent des substances susceptibles de se combiner chimiquement avec ces gaz, la combinaison pourra que gagner en durée par la condensation de ceux-ci ; il se formera alors et des

liquides et de nouvelles substances gazeuses, parmi lesquelles jouera le principal rôle l'acide carbonique, provenant de la combustion du carbone par l'oxygène condensé.

1172. Nous avons vu que les alcalis jouissent de la propriété de carboniser les tissus ligneux les plus durs ; il s'ensuit que, dans l'application, on pourra activer la décomposition en terreau des plantes les plus rebelles au fumage, telles que le buis, les bruyères, les mousses, les écorces, les éclats, etc., en les laissant en contact, en plein air, avec de la chaux vive ou de la cendre tirée tout récemment de l'âtre. La pluie et l'humidité formeront une espèce de lessive qui réduira en terreau ces couches de branchages, en un temps d'autant plus court, que la dose d'alcali aura été plus forte et le temps plus humide. Dans ce but, on construit, dans des fosses de deux pieds de profondeur, des tas élevés de quelques pieds, avec des couches alternatives de branchages et de chaux, dans la proportion d'un doigt de chaux pour un pied de profondeur de la couche végétale. On élève le tas de quatre pieds au-dessus du sol ; on le recouvre après d'une bonne chemise de terre, et on le laisse au bout de trois mois, et souvent au bout d'un mois même, pour en répandre la poudre sur le champ, si on la trouve suffisamment consommée ; sans cela, on reconstruit le tas, que l'on recouvre d'une nouvelle chemise de terre. Ces sortes de fumiers se nomment **COMPOSTS VÉGÉTAUX**, et sont aussi fertilisateurs que le terreau des forêts défrichées.

1173. Toute substance organique finit à la longue par devenir terreau ; l'emploi de la chaux abrège la durée de cette décomposition, et lui imprime une marche plus régulière et plus propice.

1174. **ARTS TEXTILES.** — **ROUISSAGE.** — La flexibilité du ligneux, surtout à l'état humide, le rend, dans certaines tiges, très-propre à former des liens et des tissus, pour les besoins les plus grossiers du jardinage et de l'emballage. Mais chaque organe vasculaire de la tige étant une tige en miniature (\*), il s'ensuit que chaque filament isolé d'une tige peut se prêter aux mêmes mouvements de torsion, et former, par son association avec un plus ou moins grand nombre de ses congénères également isolés, des liens d'une certaine force et d'une bien plus grande flexibilité, qui, sous un grand calibre, prennent le nom de *cordages*, et,

(\*) Voy. *Nouveau syst. de physiolog. végét. et de botan.*, § 621.

sous le diamètre d'une fraction de millimètre, celui de *fil*. Il est des poils végétaux assez longs pour remplacer avec avantage, à cause de leur grande flexibilité et de l'uniformité de leur structure, les filaments vasculaires des tiges et des écorces. Les cordages et les fils sont donc des assemblages de filaments vasculaires isolés d'abord d'une tige, et feutrés ensuite par la torsion, que rend durable la dessiccation. Le tissage entrelace ces fils à angles droits en général, pour en faire des tissus, qui prennent le nom de *toiles*, quand les filaments proviennent d'une tige, et celui de *cotonnades*, quand les filaments sont les pilosités d'une surface organique, spécialement les pilosités qui émanent de la surface des graines du cotonnier (planche 2, fig. 16).

En conséquence, il est peu de végétaux que le tissage ne soit en état de mettre à profit, en isolant, par des procédés mécaniques, les filaments vasculaires qui rentrent dans la structure de leur tige. La préférence que les arts textiles donnent à certaines espèces, est due à la facilité avec laquelle leurs filaments s'isolent, à la force et à la pureté du produit isolé. Lorsque ces filaments sont des organes externes, on n'a pas besoin d'extraire, mais seulement de recueillir le produit, et la main-d'œuvre qui précède le tissage se réduit à la cueillette; tel est le coton. Mais il n'en est pas de même, lorsqu'on se propose de tisser les filaments vasculaires étroitement unis, et entre eux et avec les cellules contre lesquelles ils se développent; l'opération devient plus compliquée.

Il est des végétaux chez lesquels ces filaments se désagrègent spontanément; tels sont les rhizomes des *typha* (massette) de nos étangs (993), dont la substance malaxée entre les mains se résout en fécule d'un côté, et de l'autre en filaments d'une grande force, ayant en longueur les dimensions de l'entre-nœud, et en diamètre l'épaisseur d'un fil ordinaire, et l'aspect verni de la *soie grège*.

Il en est d'autres, chez qui la macération isole, non pas les filaments vasculaires, mais les spires qui s'enroulent dans la capacité de ces filaments, et qui donnent au tissage les tissus les plus soyeux. Les tiges des cucurbitacées vraies, abandonnées à leur propre décomposition dans l'eau, pourraient admirablement servir à cet usage; il suffirait de les retirer à temps, et de soumettre à des macérations acidulées et à quelques lavages, la flasse qui survit à la décomposition des tissus ambiants. On voit un produit de ce genre sur la pl. 2, fig. 3 du *Nouveau système de physiologie végétale*.

Chez d'autres plantes, telles que le mûrier à pa-

pier et le tilleul, ce sont les couches d'en devenant liber et ensuite écorce, les filaments vasculaires en s'aplatissant, ainsi des lamelles pelliculeuses, qui peuvent servir de *papyrus*, et qui servent à tresser des liens ou des cordes.

1175. Chez d'autres plantes, telles que le chanvre (pl. 2, fig. 17) et le lin (pl. 2, fig. 18), sont les tubes vasculaires et interstitiaux qui fournissent les éléments des tissus; mais ils ne s'isolent que par l'effluve, c'est-à-dire du séjour des tiges prolongé dans les eaux. Le rouissage de décomposer tous les tissus de la plante, et de les rendre aptes à la fermentation, d'obtenir ainsi parfaitement nettoyés tous les organes mentescibles; or les parois vasculaires dans ce cas. On n'a plus alors qu'à briser et peigner la flasse, pour la soumettre à la fermentation, et ensuite au tissage. Mais ces diverses opérations offrent de graves inconvénients; le rouissage infecte les airs de miasmes; le peignage fatigue la poitrine des ouvriers. Il est vrai qu'en passant du travail à la main par celui des machines, on éviterait le second de ces graves inconvénients; mais au premier, il appelle toute l'attention des chimistes, et il accuse hautement depuis leur incurie à cet égard, surtout dans l'eau qui sert aux *rouloirs* est destinée à être d'eau potable. Nous proposons les aperçus suivants à l'expérimentation des localités.

1176. Placez, si vous le pouvez, les tiges de chanvre et de lin au-dessus de l'emplacement de la ferme; le vent emportera les tiges au-dessus de vos têtes.

1177. Dans les pays de montagnes, des écluses, en barrant le ravin d'un caissé entre deux crêtes; une simple machine construite en pisé vous donnera ainsi un rouloir, qui ne nuira en rien à la salubrité de l'air.

1178. A la fermentation putride, si vous le pouvez, une tout autre fermentation alcoolique et acétique, par exemple, en mêlant à vos chanvres le marc de vin ou de vos distilleries, et en abandonnant vos chanvres et vos lins dans une cuve à fermentation demi pleine de mauvaise mélasse; vous aurez ainsi l'air d'autant.

1179. Au lieu de tenir plongées les tiges dans des mares et des ruisseaux, encombrés de terrains humides, les carrières abandonnées plongées dans l'obscurité; l'humidité produira tout aussi vite la décomposit

à provoquer dans des eaux stagnantes exposées au soleil; mais les émanations de ces foyers ne n'arriveront jamais jusqu'à la surface et si elles y parvenaient, le rayon solaire imposerait tout à coup la nature; car les produits de la décomposition obscure sont d'une autre espèce que ceux de la décomposition lumineuse et ne résistent pas au grand jour.

Dans les pays où les préjugés de l'ancien système l'emporteront encore, encaissez les routes de hautes digues ou chaussées en terre, laissez au courant d'air une direction unique; ménager vers l'âtre de vos grandes usines ces miasmes activeront la combustion, et composeront.

Quoi qu'il en soit, les éléments du tissage spécialement les organes vasculaires des fibres et la longueur de ces filaments dépendant de la nature de la tige, espèce de long entre-nœud duquel ils croissent; d'un autre côté, l'organe nocturne (\*) s'allongeant d'autant plus qu'il croît dans une plus grande obscurité, et que les plantes textiles doivent être semées en lignes espacées. De cette manière les plants n'ont tous qu'un seul jet qui s'élève et ne se ramifie qu'au sommet.

C'est peut-être à l'oubli de cette circonstance encore plus qu'à la différence du climat, qu'il faut attribuer l'insuccès de la culture en Nouvelle-Zélande (*phormium*). Essayez de le semer dru, dans un terrain sec et humide, sur un versant exposé au sud, dans le voisinage de la mer, et arrachez-le, pour la faire rouir, à l'époque de la

PAPETERIE. — Il n'est pas de plante herbacée ou non, qui ne puisse servir à la fabrication du papier; car il n'est pas de plante de cette espèce qui ne possède en grande quantité les fibres vasculaires, dont le feutrage forme le papier. Mais l'emploi de toute espèce de plantes offre pas la même économie dans la fabrication du papier. L'économie, en effet, consistant à obtenir le plus de produits avec moins de frais de culture et de fabrication, afin de pouvoir tenir la vente au meilleur marché possible, il faut surde consacrer à la fabrication du papier les plantes qui servent à des usages ou de nécessité ou d'une utilité plus générale;

systeme de physiologie végét. et de botanique,

il y aurait folie à cultiver, pour faire du papier, des champs qui habituellement produisent de riches récoltes en céréales; il y aurait folie au second degré à cultiver dans ce but un champ d'une qualité bien inférieure. Car les rebuts de toutes nos cultures se transforment plus vite en beau papier, que les substances végétales d'où ils proviennent; les fibrilles que cette fabrication utilise n'ayant besoin ni de la longueur ni de la ténacité que réclame le tissage, il s'ensuit que les tissus usés, les chiffons jetés à la rue, sont la matière première la moins chère que l'industrie puisse consacrer à cette fabrication, et l'usure même n'a fait que les y approprier davantage. Jugez des dépenses qu'il faudrait subir, pour amener la flasse de chanvre et de lin, au degré de souplesse et de blancheur, que la série des opérations désignées sous le nom de rouissage, de peignage, de filage, de tissage, de blanchissage et de lessivage, ont communiquées à la longue aux fibrilles des chiffons de toile que l'on jette au rebut.

Les vieux cordages entrent aussi pour une quantité considérable dans la fabrication du papier; mais ils exigent un blanchiment particulier, ainsi que tous les chiffons de couleur.

Enfin il n'est pas jusqu'à la pulpe des pommes de terre, d'où on a extrait la fécule (1058), et à celle des betteraves, dont on a extrait le sucre, qui ne soient en état de fournir la matière première du papier d'une inférieure qualité, des papiers à carton principalement. L'encollage (1081) produit la cohérence de ce ligneux trop divisé, comme il ajoute à la force du feutrage des fibrilles des chiffons et des cordages.

Méfiez-vous donc des charlatans, qui vous annoncent avec la trompette des brevets d'invention et celle des affiches périodiques, la découverte d'une nouvelle plante propre à la fabrication du papier ordinaire.

1184. BLANCHISSAGE DES TOILES ET DU PAPIER. — Depuis Berthollet, on a blanchi les tissus végétaux au moyen du chlore: mais tous les fabricants ne paraissent pas fort pénétrés des principes théoriques de ce mode de blanchissage. Le chlore blanchit, en se transformant en acide hydrochlorique, aux dépens de l'eau hygrométrique et de l'hydrogène de certaines substances organiques, puis en se saturant des bases, surtout des oxydes de fer et de manganèse, qui nous paraissent former la base des matières salissantes et colorantes. On conçoit qu'en excès le chlore finirait par s'attaquer à la substance du tissu, après avoir dé-

pouillé le tissu de ses accessoires et de ses impuretés ; cela arriverait si , faute d'être saturé par les bases ou enlevé par les lavages , il séjournait , en qualité d'acide hydrochlorique , autour des fibrilles du tissu. Aussi , dès que son premier effet est produit , il faut laver à grande eau en toute hâte.

Dans les fabriques de papier , on a utilisé dans ce but le chlorure de chaux ; et pour activer le dégagement du chlore , on s'est servi souvent de l'acide sulfurique. Il est résulté de cette manipulation , dirigée par des mains inhabiles , des effets si graves , que des cuvées entières de papier sont tombées en poussière , après quelques mois d'exposition dans les magasins , et d'autres après l'impression complète d'un ouvrage ; l'imprimeur Rignoux a perdu de la sorte deux ou trois éditions entières qu'il avait en magasin. Les savants qui voulurent expliquer les causes de cet accident à l'Institut (\*) se montrèrent pour le moins aussi maladroits que les ouvriers , dont la manipulation était la source de si grands dommages : ils attribuèrent au chlore , un effet dont le chlore était , même dans cette circonstance , en tout point innocent ; le blanchiment au chlore , dirigé selon les règles de l'art , ne produit rien de semblable , et aucun de nos meilleurs papiers n'est blanchi autrement (\*\*). C'est l'emploi aveugle de l'acide sulfurique qui avait produit ces ravages ; et ce papier , qui s'écaillait et tombait par plaques , comme le papier d'emballage incinéré , répandait une odeur assez prononcée d'acide sulfurique , que l'on prit pour l'odeur du chlore. L'ouvrier chargé de verser l'acide sulfurique dans la pâte mêlée de chlorure , l'avait versé en trop forte dose ou dans un temps inopportun ; et il était resté dans la pâte , en grande quantité , de l'acide sulfurique libre , qui n'avait pu se saturer faute de base calcaire. Nous avons dit (945) avec quelle facilité cet acide s'emprisonne dans l'encollage , à l'insu du manipulateur ; et l'on doit prévoir avec quelle activité , dans l'atmosphère d'un magasin humide , il a dû travailler sur le papier , à l'insu du marchand de papier et de l'imprimeur. De la substance de tels papiers , on pour-

rait retirer une certaine quantité de sucre.

1185. Le procédé par l'acide sulfurique reste , basé sur une idée fautive ; on s'est que l'acide sulfurique ne dégageait que des chlorures ; il dégage de l'acide hydrochlorique qui ronge les tissus , tout autant que du chlore est destiné à les blanchir ; les papiers blanchis ne doivent pas tarder à jaunir , et ne d'une aussi longue durée que les autres.

1186. Laissez là les chlorures , et revenez au chlorure de Berthollet. Mêlez ensemble les chlorures avec du manganèse et un peu d'eau ; puis ensuite de l'acide sulfurique , faites passer le chlore qui se dégage sur la pâte que vous voulez blanchir et qui s'agit pour s'en imprégner ; blanchirez plus vite et avec moins de danger ; bien plongez vos chiffons et vos matières dans une eau saturée de chlore , lavez dans un bain de potasse , replongez dans l'eau chlorée , lavez de nouveau dans le bain , puis à grande eau et le pilon achèvera de laver et de nettoyer la pâte.

1187. HYGROMÉTRICITÉ DES TISSUS VÉGÉTAUX. EFFETS SUR LES CORDAGES. — Les fibrilles ont , à se diriger en spirale , la même tendance que montrent les tiges volubiles et les racines des végétaux. La dessiccation les tord d'une torsion anormale et autour de l'axe de leur cylindre ; elle éloigne ainsi leurs tours de spire , et altère conséquemment la portée du filament. L'humidité ramène à la disposition normale cette tendance à la torsion , et le filament rapproche ses spires en un cylindre plus régulier , et d'un plus grand diamètre , mais d'une longueur d'autant plus petite. La dessiccation allonge donc , et l'humidité raccourcit. De là vient que les cordages secs se mouillent se raidissent , et qu'ils se ramollissent , jusqu'à opérer , par ce seul fait , l'opération qui complète souvent et régularise le travail des machines. Chaque petite fibrille se laisse influencer par l'humidité , à rapprocher

(\*) Voy. *Bulletin scientifique et industriel du Réformateur* , no 21 , col. 1re , octobre 1834.

(\*\*) Il s'est passé , dans une affaire assez scandaleuse , celle de Horner et Séguin , 14 août 1836 , un fait qui devrait enfin faire ouvrir les yeux de nos législateurs sur les vices de nos expertises légales , et sur l'inconvénient de laisser le choix des experts chargés d'éclairer l'instruction , à la police et à l'accusation même. On a vu un chimiste expert venir déclarer , en pleine audience , qu'un billet était l'œuvre d'une falsification , et que la falsification avait été faite , en enlevant l'écriture avec le chlore : il se fondait sur ce que les réactifs et l'odorat décelaient

l'existence du chlore dans la substance du papier ; il ignorait évidemment que tous les papiers se blanchissent au chlore ; et probablement son odorat l'avait trompé en visitant les magasins de papier , qu'à l'audience ; personne qui n'ait remarqué cette odeur suffocante dans les magasins les mieux aérés. Condamnez ensuite ses témoignages , alors que la cour s'oppose à ses conclusions contradictoirement !

(\*\*\*) *Nouveau système de physiologie végétale et animale* , § 1231.



ariant à occuper moins d'espace dans longueur.

**MÉTHODE POUR DISTINGUER D'UN COUP D'OEIL LES ÉLÉMENTS FIBRILLAIRES QUI RENDENT LA TEXTURE D'UNE ÉTOFFE.** — Dans le mois de décembre 1827, le ministre d'alors de l'Académie des sciences une missive de laquelle demandait un procédé capable de nous servir à même de distinguer en peu d'instants les éléments d'une étoffe faite avec soie et coton, coton et laine, etc. Dans la suite, nous indiquâmes l'emploi d'une loupe et d'un micromètre tenu au foyer d'une lumière convenable, comme le moyen le plus sûr de résoudre ces petits problèmes de physique. En effet, les fibrilles textiles affectent des formes et des dimensions bien différentes, comme on le verra dans la suite.

Les fibrilles de coton (pl. 2, fig. 16), les poils émanés de la graine (1174), et les sucs par le développement et la germination se présentent au microscope comme des diaphanes aplatis, ou plutôt creusés en milieu et dans le sens de leur longueur, par deux bourrelets parallèles. Un d'eux est coupé carrément ( $\alpha$ ), et l'autre se termine en pointe obtus ( $\beta$ ). Elles varient en largeur de 1/12 de millimètre.

Les fibrilles de chanvre (pl. 2, fig. 14), les organes vasculaires et interstitiaux, le rouissage du tissu cellulaire, se présentent des tiges souvent articulées, cloisonnées, bécotées par leurs deux extrémités et hérissées çà et là de petits prolongements, traces de leur adhérence aux ambiants; les plus gros atteignent 1/12 de millimètre.

Les fibrilles de lin (pl. 2, fig. 17), organes, mais beaucoup moins déliés, sont des longs cylindres cloisonnés de distance, d'un aspect moins rustique que le chanvre, et ne dépassant pas en largeur 1/12 de millimètre.

Les fibrilles de soie (pl. 2, fig. 13), lorsqu'elles sont organes, proviennent de l'agglutination des fils, qui se rencontrent au sortir des bœufs, par lesquelles le ver à soie fait

passer cette matière coagulable. Aussi apparaissent-ils au microscope, comme deux cannelures soudées côte à côte. Leur aspect est aussi hyalin que celui des fibrilles de coton, dont, au premier abord, elles offrent l'apparence; mais elles s'en distinguent par leur régularité et l'invariabilité de leurs dimensions; elles ne dépassent pas 1/35 de millimètre.

1193. Les poils de laine (pl. 2, fig. 15) ne sauraient un instant se confondre avec les fibrilles précédentes : ce sont de gros cylindres, fortement ombrés sur les bords, réticulés sur leur surface par un épiderme analogue à celui des plantes, munis de racines par l'extrémité qui adhère au cuir, et terminés en cône par l'extrémité opposée, quand ils n'ont été ni coupés carrément, ni fendus longitudinalement. On remarque, dans leur intérieur, une ligne noire, qui indique un canal médullaire rempli d'air ou d'un liquide d'un pouvoir réfringent différent de la substance du poil (734). Ces gros cylindres ont jusqu'à 1/8 de millimètre de diamètre; les poils noirs affectent souvent des dimensions plus considérables.

1194. Les cheveux (pl. 2, fig. 15  $\alpha$ ) offrent le même aspect, les mêmes caractères; mais ils atteignent en moyenne 1/12 de millimètre. La fig. 15 est dessinée d'après la laine blanche, et la fig. 15  $\alpha$  d'après un cheveu blond (\*).

1195. Une fois cette étude achevée (et l'on pourrait au besoin y soumettre un plus grand nombre de substances), il sera aisé de reconnaître avec quel genre de fibrilles, a été tissée l'étoffe soumise à la vérification.

Soit, en effet, une loupe construite, à peu de chose près, sur le modèle de la *loupe de voyage* (430), c'est-à-dire une loupe composée d'un porte-lentille à demeure, et d'un porte-objet en verre, placé à la distance focale de la lentille, qui ne doit pas s'éloigner de trois millimètres du foyer (pl. 4, fig. 11). Que sur le verre du porte-objet, on ait fait tracer une division micrométrique d'un millimètre, divisé en 100 parties égales. On étendra, sur le porte-objet, la plus petite parcelle du tissu soumis à cette étude, de manière que la frange du bord arrive à occuper la moitié du champ visuel de la lentille. On appliquera cette loupe montée contre l'œil, de manière à l'éclairer par la lumière des nuages. Comme chaque fibrille s'étalera sépa-

\* Les figures ont été obtenues d'après des fibrilles prises sous une nappe d'huile à brûler, et c'est

peut-être cette circonstance, qui a rendu plus noir le canal central des fibrilles de laine (734)

rément sur le micromètre, on lira du même coup d'œil, le nombre de divisions du millimètre que chacune d'elles recouvrira. Les fibrilles de laine en occuperont douze environ, les cheveux huit, les fibrilles de chanvre quatre, celles de lin deux, celles de coton et de soie trois. L'aspect et les formes accessoires de chacune d'elles ajouteront encore à l'évidence de la vérification.

1197. Mais il ne sera pas moins facile d'établir en quelle proportion chacun de ces éléments rentre dans la confection du tissu. Le même micromètre, en effet, servira à mesurer tout aussi bien l'espace occupé par chaque faisceau, que l'espace occupé par chaque fibrille.

1198. Sur cette lettre, l'Académie garda le silence, et l'autorité d'alors ne fut pas plus pressée de réclamer la réponse, que nous de demander un rapport. Notre but n'était que de signaler la supériorité, dans une foule d'applications, des essais microscopiques sur les essais chimiques d'alors; et nous livrâmes la note à l'impression dans la *Bibliothèque physico-économique* de cette année. Nous en avons fait mention dans la première édition de cet ouvrage (p. 118).

1199. Mais en 1857, ces idées si négligées par l'auguste assemblée dix ans auparavant, ont acquis tout à coup une importance académique (1199). Comme la conviction tarde à venir à l'auguste assemblée! mais comme elle y est rapide, quand elle prend le parti d'y venir!

1200. CHARPIE. — On a observé depuis longtemps que l'emploi des tissus de coton, même les plus blancs, ne pouvait être substitué, sans danger, à celui des tissus de toile, pour faire de la charpie destinée à étancher les plaies. Quelques auteurs ont cru en voir la raison dans la forme des fibrilles de coton, qui, d'après eux, seraient triangulaires et à angles tranchants, et couperaient ainsi les chairs, au lieu de les protéger; et Berzélius a vaincu la répugnance qu'il éprouve à se servir des indications microscopiques, pour adopter cette explication que, à cause de son nom, nous nous garderons bien d'appeler ridicule. Car il est facile de voir que de si petits organes, alors même qu'ils seraient aussi tranchants que l'hypothèse les suppose, auraient été peu nuisibles aux chairs, séparés qu'ils en sont par un caillot de sang et de pus inerte. Mais enfin on s'assure au microscope (1172) que la forme indiquée *à priori* n'est rien moins que celle qu'affectent les fibrilles de coton. Celles-ci sont des tubes aplatis, exactement conformés, avant leur dessic-

cation, comme tous les poils des gramaux beaucoup plus longs; et la surface aussi lisse que le sommet en est obtenue par la dessiccation, ils se montrent aplatis, s'étant vidés de la substance incluse. Les fibrilles sont accolées l'une contre l'autre, pour former plus un cylindre, mais un ruban flexueux à cavité. Il est certain que les fibrilles de même du plus pur lin, au contraire, s'aplatissent après, et souvent aiguës ou en biseau de leurs extrémités. Sous ce rapport la première manière de concevoir la charpie, la charpie de toile devrait être plus nuisible que la charpie de coton. Mais les fibrilles de lin et de chanvre, au contraire, présentent une condition favorable à la cicatrisation des plaies, et qui manque absolument aux fibrilles de coton. Les premières, en effet, sont des cylindres légers, creux et vides, et leurs deux extrémités, quand ils cassent, se séparent en cloisons. Ce sont des tubes d'une capacité microscopique, éminemment propres à absorber le sang ou le pus qui s'écoule, à le soustraire à l'action de l'air et de la fermentation putride, tant à former autour des plaies une couche désinfectante, à la manière des corps condensateurs, du charbon par exemple, que les de coton, au contraire, rubans aplatis à cavité (1189), ne sont là que comme un tissu ordinaire, qui donne issue à tout ce qui est absorbé et le transmet ou le retient dans son sein, et toutes ses qualités et ses tendances, qui se pose enfin à aucune des conséquences fâcheuses, ni à son passage, ni à sa fermentation putride.

1201. Il suit de cette explication, que les plus usées et les plus souvent blanchies sont les plus propres à servir de charpie. L'usage les a divisées en un plus grand nombre de compartiments, a détruit un plus grand nombre de cloisons, a ouvert un plus grand nombre de fibrilles par les deux extrémités; le dépouillage l'intérieur de ces cylindres, les substances élaborées par la végétation les rendus plus perméables aux liquides, conduisant à la pureté essentielle de leur surface, en a poussé la capillarité jusqu'à ses limites.

1202. Ces dernières observations suffisent à faire apprécier le mérite d'une innovation des dernières années. L'auteur, craignant que les vieux chiffons ne puissent bientôt plus servir à la confection de la charpie, avait imaginé

chanvre roui, qu'il blanchissait au chlore ; il ce produit *charpie vierge*. Mais en ce virginité de la substance est son plus haut ; car jamais le *rouissage* ne communique aux fibrilles, les qualités physiques qui lui sont de l'usure et des lavages ; cette charpie sera donc fort peu de sang et de pus, et même inférieure à la charpie de coton. Le passage au chlore imprégnera cette charpie d'une quantité de chlore qui ne saurait manœuvrer les plaies, et que quelques lavages ne peuvent pas dans le cas d'enlever. Aussi à nos hôpitaux, pour s'assurer des mauvais de cette innovation, d'abord beaucoup de complaisance.

Sous le rapport économique, l'idée de l'économie n'était pas moins fautive que sous le rapport thérapeutique. Elle ressemblait un peu en elle des économistes, qui cultiveraient le chanvre pour en faire immédiatement du papier ; elle aurait vraiment commencer l'industrie par où elle doit finir ; ou bien encore elle ressemblerait beaucoup à celle de l'agronome qui ne cultive que pour avoir des engrais en vert. On ne saurait à cultiver le chanvre et le lin pour en faire une *toile vierge*, et quand celle-ci sera usée, donnez-nous de la *charpie bien vieille* ; l'un en vaudra que mieux et elle aura coûté moins.

#### PENTE, TABLETTERIE ET AUTRES ARTS.

L'art du charpentier recherche dans les bois des qualités diverses, dont les principales consistent à la pesanteur, à la ténacité et à la flexibilité. Sous ce triple rapport, tous les bois ne sont également propres aux constructions, et par conséquent ne sont utiles que dans certaines circonstances. La pratique distingue donc les bois en *essences*, selon leur genre d'utilité. Les individus d'une essence ne sont pas tous au même degré du genre de caractère qui leur est propre. L'âge, le sol et l'exposition font varier les qualités des individus d'une même essence presque autant que les essences varient elles-mêmes (\*).

L'anatomie végétale nous fournit le moyen d'expliquer la raison de ces différences. La manière péremptoire. Le tronc d'un arbre

n'est qu'un vaste entre-nœud, analogue, comme unité, à la plus courte de ses branches. C'est un agrégat de loges disposées circulairement autour d'un centre médullaire, qui croissent toutes de front, et se développent, en reproduisant leur type dans leurs capacités respectives, et cela par des générations qui s'embolent à l'infini, depuis l'époque de la germination, jusqu'à ce que la vie s'éteigne. Chaque cellule engendre également à l'intérieur et à l'extérieur de ses parois. Les cellules intérieures s'arrondissent et se moulent sur la capacité de la cellule maternelle. Les cellules extérieures s'allongent dans les interstices, et ne s'arrêtent, dans leur développement, qu'aux limites de l'entre-nœud lui-même. Mais ici deux cas peuvent se présenter : ou bien la cellule allongée et *vasculaire* s'élancera d'un seul jet et sans se reproduire autour d'elle ; ou bien, dès les premières phases de son développement, elle engendrera autour d'elle des cellules qui engendreront autour d'elles, par le même mécanisme continué à l'infini, c'est-à-dire par des dichotomies incessantes. Dans le premier cas, le tissu général de l'entre-nœud sera lâche et spongieux, fibrilleux en long, pointillé en large, flexible, mais peu résistant ; dans le second cas, au contraire, le tissu, feutré pour ainsi dire par les entrelacements d'organes qui se pressent, offrira un grain aussi serré presque en long qu'en large, quoique pourtant sa force soit principalement en longueur. Mais le dernier de ces deux modes de développement est susceptible de se subdiviser en deux autres, c'est-à-dire que les cellules vasculaires se développeront ou plus rapidement ou bien moins rapidement que les cellules polyèdres et qui s'accroissent ordinairement dans tous les sens. Dans le premier mode, il sera plus serré que dans le second ; et si on l'analyse au microscope, on trouvera qu'il ne se compose en apparence que de vaisseaux béants, toutes les autres cellules ayant été refoulées et aplaties par le développement des cellules vasculaires. Or, comme ce sont ces cellules vasculaires qui renferment les matières gommeuses, résineuses et colorantes, il s'ensuit que le bois sera susceptible d'un poli d'autant plus beau, que la matière qui les remplit durcira plus vite à l'air et subira moins de retrait en séchant. Prenons un exemple dans le sapin, dont les planches sont si généralement employées aux cloisons et aux meubles de peu d'importance. Les vaisseaux du tronc se développent ici dans le sens de la longueur du tronc, et sans se ramifier beaucoup ; ils se pressent tellement qu'ils forment des couches concentriques

\* Nouveau syst. de physiolog. végét. et de botanique,

d'un grain cent fois plus dur que la couche également concentrique de cellules qui alterne avec eux ; ces vaisseaux sont turgescents d'une résine liquide qui s'échappe au dehors, dès qu'on incise le tronc ; c'est ainsi qu'on la recueille dans les vastes forêts de pins et de sapins ; mais on observe alors que le bois de ces arbres a perdu de ses qualités caractéristiques ; qu'il est plus pliant, mais moins élastique ; plus flexible, mais moins résistant ; et que le grain en est plus mou et plus lâche. Quant aux individus de cette essence d'arbres, qu'on a épargnés et destinés à la charpente, on remarque encore que les planches rabotées pleurent bientôt la résine, surtout au soleil ou exposées à une température élevée ; leurs vaisseaux béants se vident et s'épuisent ; la substance du bois devient plus poreuse et encore plus perméable à l'humidité ; ce qui ne contribue pas peu à tourmenter les planches et à les désassembler.

1206. Tout tronc d'arbre offre, sur une section transversale, quatre couches d'une épaisseur variable, selon les essences : l'écorce, couche épuisée et de rebut ; l'aubier, couche d'un tissu lâche, et le plus souvent incolore, qu'on enlève par l'équarrissage ; les bois, d'un tissu dur et coloré, que les arts emploient exclusivement ; et enfin la moelle, qui est pour ainsi dire le centre géométrique du cercle. Les arbres qui ont plus d'aubier que de bois ne sont bons que pour le chauffage.

1207. La différence de grain, qu'on remarque entre les divers bois, vient donc de deux causes principales, et du mode de développement des cellules vasculaires, soit entre elles, soit par rapport aux cellules cellulaires ; et ensuite de la nature de la substance qui en emplit la capacité, qui la distend d'une manière durable ou l'abandonne en coulant, qui la colore enfin de ses mille nuances. Mais la structure spéciale à chaque essence se modifie ensuite par d'innombrables dégradations, selon qu'on la cultive de telle ou telle manière, dans tel ou tel sol, à telle ou telle hauteur au-dessus du niveau de la mer, enfin sur tel ou tel versant de la colline ou de la montagne. Aussi les nombres que l'on a déduits des diverses expériences, auxquelles on s'est livré, dans l'intérêt de l'art de la *charpente*, de *construction*, du *charronnage*, etc., ne doivent être considérés que comme des moyennes approximatives, qui peuvent servir de base aux prévisions des entrepreneurs, mais qui doivent être soumises à une vérification nouvelle, toutes les fois que l'on change de localité. Nous n'enregistrerons qu'à ce titre les nombres que nous aurons à puiser plus bas, dans les meilleurs auteurs

des *Traité de charpente et de construction* tels que Rondelet, Rennie, Gaulthey, Tred

1208. BOIS DE CHARPENTE. — On a anciennement le CHATAIGNIER (*castanea*) à la charpente des combles, à cause de sa dureté et de sa consistance, et surtout parce qu'il est moins sujet à la vermoulure et qu'il ne se tord pas : mais il a le défaut de se raboter mal et ne point recevoir de poli.

1209. Le CHÊNE BLANC (*quercus robur*) est en vogue à sa durée, à son élasticité, à sa solidité, et enfin aux dimensions considérables qu'il peut atteindre sur tous les genres de terrain. Or le *chêne de Hollande*, qui supporte un poli plus parfait que nos chênes ordinaires, n'est que le *chêne de Hollande*, que les Hollandais nous ramènent après l'avoir laissé séjourner quelque temps dans les eaux. S'il en est ainsi, le fait est susceptible d'une explication des plus rationnelles, et c'est ce qui s'est produit alors un commencement de décomposition qui a fait pénétrer l'eau dans toutes les fentes du bois, pour venir y déposer, par évaporation, ses sels calcaires, et en rendre le bois le tissu plus homogène et moins poreux.

1210. Le PEUPLIER (*populus alba*) fournit des échafaudages, des lattes d'un jet assez droit, et de belles poutres aux constructions navales ; mais il est plus souvent employé, sous ce nom, dans le midi que dans le nord de la France.

1211. Le PIN et le sapin (*pinus abies*) jouissent du privilège de fournir les mâtures et les mâts de ces constructions navales, ainsi que les fortes poutres de la charpente des bâtiments. Les arbres résineux, flexibles et résistants, se dessèchent bien, ne se polissent pas, et sont sujets à se tordre et à se fendre. Le SAPIN tient, dans le nord de la France, le même rang que le chêne dans le Nord et aux environs de Paris ; il fournit les grosses pièces de charpente. Cela vient de ce que les forêts du Nord sont en plaine, où les arbres poussent mal, tandis que, dans le Midi, on sacrifie aux forêts que les montagnes, dont les arbres résineux sont les essences privilégiées.

1212. Le HÊTRE (*fagus*) ne se conserve que dans l'eau, mais non aux injures de l'air ; de même de l'AUNE (*Ulnus betula*) ; ces deux sortes de bois ne sont-ils employés que dans les pilotis ; et l'on dit que les pilotis sur lesquels sont fondées Venise et Amsterdam de la Hollande, n'appartiennent pas à ces essences qu'à l'AUNE.

1213. Le FRÊNE (*fraxinus excelsior*)

*pinus betulus*) sont quelquefois recharpente, à cause de leur force et de leurs dimensions.

**S DE MENUISERIE.** — C'est du **MÉRIS** (*acerium*), qu'on a tiré longtemps des meubles de la petite propriété; la teinte, qu'on rendait durable par l'adteinte de la même couleur, la dureté, et la facilité qu'il offrait au rabot et aux semblages, lui donnaient les qualités indigènes. Il a été détrôné par le **FRANZ REGIA**, qui, à des veines plus jointes, la propriété de donner un plus bel imiter, par le vernis coloré, les placages d'acajou exposés depuis longtemps à la même lumière, le prix de ce bois permet de le faire massif et sans placage, le luxe l'a préféré longtemps, pour meubles d'ornement, à l'acajou. Le noyer noir est moins sujet aux attaques du ver que le noyer blanc. Le noyer noir ne s'empêche jamais massif, mais en placage; il offre les veinages les plus jolis; le vernis le protège contre ses ravages, par le vernis et par le chêne qu'il plaque de l'autre. Les **BOIS DE SAPIN**, d'un travail facile et d'un grain trop poreux et d'une nature attaquable par les vers, pour servir à des usages qu'aux cloisons et aux coffres et à peu de prix; il se déjette facilement, et peu de temps toutes les proportions.

Les **BOIS DE TABLETTERIE** emploient l'**AUNE**, le **BOU-NOISETIER** (*coryllus avellana*) à des usages d'emballage. Les menuisiers ont donné au **MARRONNIER** (*æsculus hippocastanum*) la réputation ne date pas de fort longtemps (*fraxinus excelsior*), à cause de sa dureté, veiné de noir, et de sa compacité; (*acer pseudoplatanus* et *platanoï-*

**BOIS D'ÉBÉNISTERIE**, ou bois servant aux usages de l'ébénisterie. — L'**ACAJOU** et l'**ÉBÈNE** sont les deux bois exotiques qui, sous ce rapport, n'ont été surpassés par aucun arbre indigène. Le **BOIS DE ROUGE** de l'acajou; le **FAUX ÉBÉNIER** (*aburnum*), le **CORMIER**, autrement *orbis domestica*) semblent donner les qualités de l'ébène, mais comme des imitateurs qui imitent le modèle. Parmi les bois exotiques recherchés pour le placage, se ran-

gent le palissandre, le bois d'amboine, le bois de citron, le callialour, le bois d'angica, le courbari, l'amaranthe. Cependant l'art et le talent d'observation de l'artiste peuvent tirer de grands partis de la plupart de nos bois, même communs, en utilisant, pour les placages, les loupes et les collets de nos troncs. Une loupe, en effet, est une espèce de réservoir de végétation, où les organes doués de beaucoup d'énergie ne peuvent la dépenser que dans un espace fort circonscrit, où tout pullule et rien ne se développe, où tout croît mais se presse, se comprime et s'enlace, où enfin, faute de place, il n'existe pas la moindre lacune inoccupée; d'où il advient que les plaques qu'on en tire sont compactes comme de l'ébène, veinées comme du marbre, et susceptibles d'un aussi beau poli. Nos ébénistes ont tiré un grand parti des loupes de peuplier, d'aune, de chêne, surtout du chêne de Russie, d'orme tortillard, des planches du houx, de l'if et du noyer, et surtout de l'érable. Il est certains bois, dont on obtiendrait de magnifiques loupes pour placage, en tourmentant leur développement de diverses manières, et en retranchant toutes les pousses nouvelles après la chute des feuilles, de manière que le bois tous les ans en fût réduit au même tronc.

**1217. BOIS DE TABLETTERIE.** — Le tabletier plaque aussi, mais il est plus souvent tourneur, et il ne tourne que des petits objets de luxe ou de fantaisie. Le buis est son acajou; car c'est le bois le plus compact, qui supporte le travail le plus grêle et le plus délicat, dont le poli est le moins emprunté, et qui se passe le mieux d'un vernis ordinaire. Pour obtenir de bonnes loupes de buis, on enlève les branches à la partie supérieure du buis, et on la passe dans des douilles en fer espacées entre elles, de la grandeur que l'on veut donner à la loupe; la branche ne se développe chaque année en largeur qu'entre les douilles, et forme ainsi de belles loupes. Le **HOUX** (*ilex aquifolium*) sert à faire les carreaux blancs des damiers et échiquiers; l'**IF** à faire les T et les pièces carrées, les manches de canifs et grattoirs. L'**YEUSE** (*quercus ilex*) donne des loupes qui rivalisent au tour avec le buis; mais elles sont rares, parce qu'elles sont naturelles. L'**OLIVIER** (*olea virens*) est le bois qui, par sa couleur, la dureté et le poli de son grain, approche le plus du buis.

**1218. BOIS DE CHARRONNAGE.** — Nous ne connaissons pas sous ce rapport de bois préférable à l'**YEUSE** ou chêne vert (*quercus ilex*); mais il faut



le prendre dans les terrains caillouteux du midi de la France. Rien n'égale le poli et la dureté de ce bois, ni sa résistance au travail de la chaleur et de l'humidité. C'est avec cet arbre qu'on fait les meilleures pièces des fortes charrues, et les plus beaux manches des plus lourds instruments. L'ORME le remplace dans le nord de la France, mais ne l'égale pas; il se rabote mal, n'acquiert pas de poli, et sert peu à faire les pièces que l'on doit manier; on préfère alors le FRêne, avec lequel on fabrique des chaises, des échelles, des brancards, des manches de marteau, etc. Avec le CHêne, le CORME et l'ALISIER, ont fait les rabots, les varlopes, des vis, des mandrins. Le TILLEUL (*Tilia europæa*) et le NOYER sont spécialement employés par les sculpteurs; le HÊRISIER par les tourneurs de chaises.

1219. Bois de chauffage. — On consacre au chauffage les bois que leur nature ou leur jeune âge rend impropres à tout autre usage, c'est-à-dire ceux chez qui le tissu est trop lâche et l'aubier plus considérable que le bois. Les bois taillis n'ont presque pas d'autre destination. Dans certaines contrées, c'est le hêtre qu'on préfère pour le chauffage; dans d'autres, c'est le chêne, ce qui tient à l'influence du sol et de l'exposition sur la nature de ces arbres.

1220. Dérèglements du bois. — Les meilleures essences d'arbres sont sujettes à des accidents qui en altèrent la pureté et la solidité. Chez les uns c'est une solution de continuité qui a provoqué la formation d'un ulcère (1146), lequel a creusé le tronc en forme de gouttière ou de cavité. Chez d'autres, un corps étranger introduit dans la substance de l'aubier a fini par y être enveloppé, la suite de l'accroissement progressif des anneaux. Il en est de même des branches ou *chicots*, qui, si on n'a pas soin de les couper jusqu'au vif, sont bientôt empués comme tout autant de corps étrangers dans la substance du tronc même. Chez d'autres, en se logeant sur un point de la circonférence frappé de mort toute une loge (1105) du tronc, depuis la couronne du collet de l'arbre. Chez d'autres, un changement subit de température a désorganisé

(\*) Dans l'aménagement des bois on fait deux sortes de taillis, les bois de demi-futaie, et les bois de futaie. Les premiers se coupent de 20 à 25 ans, les seconds de 40 à 60 ans. Les premiers ont des arbres de petites dimensions, les seconds de grandes dimensions.

	HAUTEUR du TRONC.	DIAMÈTRE du TRONC.
P. . . . .	4 à 15 mètres.	0,92 mètre.
P. . . . .		0,72
. . . . .		0,72
. . . . .		0,45
. . . . .	4 à 12	0,45
. . . . .	4 à 8	0,49
. . . . .	3 à 7	0,54
. . . . .		0,54
. . . . .		0,42
. . . . .		0,42
ivage.	2 à 6	0,36
lem.		0,35
. . . . .		0,92

ais ces nombres ne se rapportent qu'à la quelle ces bois sont abattus en France à la charpente ; car l'accroissement du diamètre est indéfini , si aucun accident arrêter la marche. Il nous suffira ici poirier d'Oxford, dont le tronc avait 18 circonférence , le tilleul de Neustadt nc a 37 pieds *idem*, le châtaignier en it Etna dont le tronc a 100 pieds de ice. D'après Adanson, qui prit ces me- les ormes du Cours-la-Reine abattus e diamètre du tronc de l'orme, dans un e, est de 2 pouces à 7 ans, de 4 pouces de 6 pouces à 16 ans , de 8 pouces à 18 pouces à 22 ans , de 12 pouces à 27 pouces à 32 ans , de 16 pouces à 42 pouces à 57 ans, de 20 pouces à 72 ans, es à 87 ans, de 24 pouces à 100 ans ; ombres changent dans chaque espèce

POIDS EN KILOGRAMMES DU MÈTRE CUBE DE DENSITÉ DE NOS BOIS, OU PESANTEUR SPÉ- CIES BOIS :	
. . . . .	764 à 994
. . . . .	792 à 967
, sorbier. . . . .	659 à 910
. . . . .	626 à 887
. . . . .	640 à 850
. . . . .	725 à 850
. . . . .	554 à 815
. . . . .	500 à 812
. . . . .	510 à 800
. . . . .	691 à 793
. . . . .	737 à 783
ier. . . . .	588 à 782
Sauvage. . . . .	661 à 759
. . . . .	633 à 755

Orme. . . . .	597 à 742
Merisier. . . . .	597 à 714
Bouleau. . . . .	688 à 714
Acacia. . . . .	650 à 702
Tilleul. . . . .	434 à 686
Noyer. . . . .	630 à 682
Marronnier. . . . .	475 à 679
Saule. . . . .	320 à 565
Peuplier. . . . .	546 à 557
Épin. . . . .	436 à 550
Platane. . . . .	436 à 558

1224. RÉSISTANCE DU BOIS. Une pièce de bois peut avoir à supporter une charge qui pèse sur elle , soit perpendiculairement et sur son axe, soit horizontalement sur une de ses extrémités ; ou bien qui la tire comme un pendule , soit dans le sens de la longueur , soit dans le sens de la torsion. On a cherché à évaluer par l'expérience directe , sous ces divers rapports , la résistance des espèces de bois le plus généralement employées à la charpente. Mais il est évident que le chiffre variera à l'infini, pour la même essence d'arbres, selon l'âge de l'individu, le sol où il a crû, l'exposition où il s'est desséché, enfin selon les accidents qui ont pu frapper les diverses phases de son accroissement. Il est donc prudent , avant d'en faire usage dans les grandes constructions, de soumettre à une expérience spéciale le bois qu'on a amené sur le chantier ; on ne s'exposera pas ainsi à des mécomptes , dont les conséquences pourraient devenir désastreuses. C'est ici que les expériences en petit ne sont nullement capables de représenter les effets en grand ; et il serait en physiologie absurde de conclure proportionnellement , de ce qu'un fragment de quelques pouces a pu supporter tel poids, qu'un fragment du double d'épaisseur ne puisse supporter que le double de poids , et *à fortiori* il serait absurde de faire l'application des chiffres obtenus sur les fragments d'une tige , à la force de la tige entière. Une fois détaché du tronc , le fragment de bois a perdu la plus grande partie de sa cohésion ; car il n'est plus qu'une fraction de l'unité en qui résidait la force ; il n'est plus que la clef de la voûte détachée du cintre, et désormais sans point d'appui. L'anatomie va mettre cette proposition dans toute son évidence. Le tronc , avons-nous dit , est un agrégat de cellules disposées autour d'un axe vertical , et contenues dans une plus grande cellule qui les lie et en forme un seul tout. Chacune de ces cellules est feutrée de vaisseaux qui s'anastomosent à l'infini, de la base jusqu'au sommet, et qui agr-

vent d'arcs-boutants aux différents systèmes ; un tronc enfin est un arbre, dont tous les rameaux seraient rapprochés, agglutinés entre eux et sans lacune, par une écorce qui leur servirait d'enveloppe ; tranchez, à la base et au sommet, cette enveloppe qui forme le faisceau, et vous détruirez déjà la force de cohésion des grandes cellules, dans le sens de la longueur. Écorcez cette enveloppe, enlevez-en toute la périphérie, et vous aurez détruit la force de cohésion des cellules rayonnantes dans le sens du diamètre. Il faudra dès lors un poids bien moins lourd qu'auparavant, pour les séparer par l'extension ou l'écrasement. Que si, ensuite, le fragment que vous essayez est pris dans le sens du diamètre du tronc, il est évident qu'il opposera à la charge une moindre résistance que s'il a été pris dans le sens de la longueur ; car, dans le sens de la longueur, le fragment pourra être une unité du 2<sup>e</sup>, du 3<sup>e</sup>, et même du 4<sup>e</sup> ordre, une des cellules de 2<sup>e</sup>, de 3<sup>e</sup> et de 4<sup>e</sup> formation, qui dès lors sera à son tour, sous ce rapport, un tronc en miniature. Qui ne sait qu'une tranche transversale d'un tronc quelconque oppose mille fois moins de résistance qu'une coupe longitudinale de même calibre ? Un exemple mettra la théorie à la portée de tout le monde. Le tronc le plus gigantesque n'est pas organisé sur un autre type qu'un fruit à plusieurs loges, qu'une orange enfin. Or, oserait-on jamais appliquer proportionnellement à la totalité de l'orange ce que l'expérience aurait appris sur la résistance d'une cuisse isolée du fruit, et à celle-ci ce que l'on aurait constaté sur la résistance de l'un de ses fragments déchirés ? On n'en aurait pas même la pensée. Ainsi donc, ne cherchez pas à transformer en règles générales les nombres fournis par les expériences de ce genre, à moins que vous ne procédiez en tenant compte des circonstances ci-dessus ; ce n'est pas à d'autres causes qu'il faut attribuer les divergences que l'on remarque entre les expériences entreprises dans ce but par Rondelet, Tredgold, Barrow, Duhamel, Belidor et Buffon ; les nombres publiés par ces auteurs ne doivent être consultés que comme renseignements, et comme des évaluations infiniment approximatives. Suivant Rondelet, le chêne supporterait facilement 462 kil. par centimètre carré ; suivant Rennie, le chêne d'Angleterre serait écrasé sous une charge de 271 kil. par centimètre

carré ; suivant Gauthey, le chêne sup. kil. par centimètre carré, sur une surface aux fibres, et 200 kil. sur une surface diculaire aux fibres. Tredgold admet une charge que peut supporter le chêne ne pas 100 kil. par centimètre carré, si parallèle aux fibres. Rapports : 462, 271. Établissez ensuite des applications sur nombres.

1225. Il faut admettre en principe que la cohésion du bois augmente, non dans la même progression que la longueur du diamètre de la pièce, mais surtout d'autant que la tige, d'où provient la pièce, a perdu par l'équarrissage ; en sorte que le bois provenant de tiges simplement écorcées a une force bien supérieure aux poteaux de même longueur et de même diamètre, que la pièce détachée d'un tronc ; par la même raison, dans toute espèce de tissu, l'unité a plus de résistance qu'une fraction du même calibre.

## CINQUIÈME GENRE.

### TISSU GLUTINEUX (1074).

1226. Lorsqu'on malaxe, sous un peu d'eau, un morceau de pâte de farine de froment, la fécule est entraînée par l'eau, et il reste entre les mains une masse blanche ou plutôt moins grisâtre, très-élastique lorsqu'elle est trempée d'eau, et susceptible alors de se décomposer en longs filaments qui se retirent sur eux-mêmes en cassant ; solide par la dessiccation à l'air, et par son séjour dans l'alcool et par son action avec l'acide sulfurique ; insoluble dans l'eau, soluble au moins en partie dans l'ammoniac, l'acide acétique et même l'acide hydrochlorique. Cette substance donne, à la cornue, une grande quantité de produits ammoniacaux.

#### § 1. Organisation du tissu glutineux.

1227. Les caractères physiques du gluten constatés en grand, il est évident que le grain de froment qui offrira ces caractères au microscope, ne pourra être dissous que par le gluten lui-même (\*).

(\*) *Mém. sur l'hordeine et le gluten*, tom. XVI des *Mém. du Muséum d'hist. nat.*, 1827. — *Annales des sciences d'observat.*, tom. III, pag. 396, 1829.

(\*\*) Depuis Beccari, à qui nous devons la découverte du

gluten, un seul auteur a eu la pensée de chercher la région du gluten ; mais l'esprit qui présidait à ces observations microscopiques finissait toujours par conclure à tort les intentions les plus sages ; quand

parvenir à la solution de la question que nous nous proposons à résoudre, il faut d'abord se faire une idée générale de l'anatomie d'un grain (fig. 1, 7). Par une coupe longitudinale on s'assure que l'embryon (*b*) est immédiatement au-dessous d'une large écusson que l'on remarque à la base convexe de la graine; que cet embryon est entouré, à l'exception de sa face antérieure, par le péricarpe blanc (*d*); que ce péricarpe occupe toute la capacité du péricarpe farineux (*a*).

On pratique des coupes transversales de l'étendue du péricarpe (*d*), on peut constater que le gluten existe sous forme d'une substance blanche et farineuse. En plaçant une goutte d'eau sur ces tranches et en les malaxant avec deux pointes d'acier, on parvient, à l'aide de deux pointes d'acier, à malaxer pour ainsi dire; la substance se déchire, en répandant des grains de fécule, s'attache d'un côté au doigt et de l'autre à l'extrémité des deux pointes, sous forme de filaments fibrineux.

En alcool, chacune de ces tranches se dissout; dans l'ammoniaque, l'acide hydrochlorique, dans l'acide acétique, au contraire, elle ne se dissout qu'en partie; car il faut, dans cette expérience, de l'amidon et du gluten. Il est inutile de faire ces expériences doivent être faites dans des verres, dont l'un est creusé en forme de té ou segment de sphère, et dont on se sert sur celle-ci à frottement (486).

Encore à propos de rappeler que, dans les expériences en grand, on constate la présence du gluten dans les menstrues dont nous avons parlé, par le moyen de la chaleur; il faut, dans les expériences microscopiques, éviter la durée la chaleur qu'on ne peut pas supporter.

On ne rencontre, ni dans le tissu de l'embryon, ni dans celui du péricarpe (*a*), rien de semblable, même grossièrement, au gluten. C'est le gluten, de même que l'amidon, qui constitue cette substance qui, à l'œil nu, est farineuse, et que l'on nomme péricarpe farineux, et qui occupe la région qu'occupe le gluten dans la

graine étant une fois déterminée d'une manière précise par les réactifs et la dissection, il reste à découvrir le rôle que cette substance y joue.

1234. Si l'on place sur le porte-objet du microscope une tranche, soit transversale, soit longitudinale, mais toujours très-mince du péricarpe du blé (*d*, fig. 2 et 4, pl. 7), on n'aperçoit, dans sa substance, rien qui annonce d'une manière sensible, qu'on a sous les yeux un tissu cellulaire végétal, même après qu'on l'a humecté d'eau. Cependant on remarque que les grains de fécule restent groupés en paquets séparés par des intervalles diaphanes, comme ils le sont dans le sein des cellules du ligneux de la pomme de terre; seulement ici, nulle ligne double n'indique le point où les parois des deux cellules contiguës s'agglutinent; et pourtant le gluten insoluble dans l'eau doit se trouver là, avec des caractères visibles. On le trouve en effet, enveloppant et liant entre eux les paquets de grains de fécule, quand on entreprend de le malaxer à l'aide de deux pointes. Si on ne l'aperçoit pas, cela vient uniquement, ainsi que nous l'avons dit dans un autre endroit, cela vient, dis-je, de la grande transparence des parois des tissus organiques, et surtout des tissus glutineux, qui fait qu'on n'en découvre la présence que par les plis et rides, que quelque accident peut déterminer sur leur surface, et surtout par les vaisseaux qui se forment dans l'interstice des cellules. Mais l'analogie indique que la fécule, que nous avons toujours vue se former dans les cellules, que leur rigidité nous a permis d'apprécier, doit se former aussi dans des cellules chez les céréales. Or, la seule substance dans ces graines qui ait des rapports avec un tissu, c'est le gluten. On est donc en droit d'établir d'avance, que le gluten est tout aussi bien organisé que le ligneux.

1235. Or, c'est ce qu'on peut observer directement sur le péricarpe de l'orge (fig. 1, *d*, pl. 7). Si l'on pratique sur cette substance une coupe longitudinale, non par trop mince, et qu'on la place à sec sur le porte-objet, on ne manquera pas de rencontrer des occasions favorables pour reconnaître que le péricarpe se compose de grandes cellules allongées, à face hexagonale, et affectant  $\frac{1}{7}$  de millimètre en longueur sur  $\frac{1}{20}$

et dans cet article, on ne se rappellera pas, sans surprise, que Parmentier ait cru découvrir au gluten une ressemblance dans beaucoup de points avec l'amidon. Il n'occupait pas d'autre région que l'écorce. Au reste, malgré les taches qui déparent ce

travail, il n'est pas moins vrai qu'il renferme quelques bonnes idées. Nous y renvoyons même le lecteur pour la partie historique, qui est très-complète jusqu'à l'époque où l'auteur écrivait. (Parmentier, *Récréat. phys. et chimiq. de Model* tom. II, pag. 483.)

en largeur (fig. 3). On remarque en même temps que les grains de fécule remplissent la capacité de chacune de ces cellules; et si l'on cherche à malaxer avec deux pointes d'aiguilles, on se convaincra que les parois de ces cellules jouissent exclusivement des propriétés du gluten. Nous avons, du reste, déjà donné un exemple frappant de la manière dont ces cellules se désagrègent et s'isolent, par le retrait de la dessiccation (1055).

1256. En pratiquant, au contraire, des coupes transversales du péricarpe, on est loin d'obtenir des résultats aussi satisfaisants, parce que la coupe ne pouvant intéresser qu'une petite fraction de la longueur de la cellule glutineuse, les parois si minces, si peu susceptibles d'être appréciées d'une cellule végétale, se trouvent alors placées de champ, et n'offrent que leur tranchant à l'observateur. D'un autre côté, les gros grains de fécule, encombrant toute la capacité des mailles de ce réseau, achèvent d'en rendre le tissu inapercevable. Par des coupes longitudinales, qui voient la couche des cellules de face; et, à la fin, de la transparence des interstices qui les séparent les unes des autres, il est facile d'en reconnaître les contours et d'en mesurer le diamètre; et doit pourtant s'attendre à ce que les contours de ces cellules si élastiques, si faciles à se déformer et dont les interstices ne sont infiltrés d'aucune parcelle de substance verte, ne seront aussi nettement dessinés que les contours d'autres tissus végétaux.

1257. Il est donc démontré que le gluten est un tissu cellulaire (1105) du péricarpe des céréales et que par conséquent il doit jouer le même rôle dans tous les organes où on en trouve.

## § II. Différences physiques et chimiques selon les espèces de céréales

1258. Si le gluten n'est pas le même dans toutes les céréales, d'où vient que, parmi les unes fournissent du gluten à la farine, les autres n'en offrent pas la même quantité? Cette objection, qui au premier abord paraît spécieuse, est susceptible de recevoir la plus simple réponse : les tissus végétaux, sous le rapport de leur élasticité, les plus ligneux ont commencé à devenir glutineux, et ils ont passé par tous les intermédiaires de ce passage. Nous expliquerons, dans la suite, la théorie de ce passage de l'état ligneux à l'état glutineux.



cellules glutineuses se rencontrer par leurs parois, sans s'associer. Mais dès qu'on les rapproche un peu brusquement, les bords déchirés, dès ce moment ces parcelles se soudent, et on les voit rouler de nouveau dans le liquide. Le même effet se reproduit grand : soient deux masses de gluten, réunies seulement par la malaxation ; si l'on cherche à les réunir par le simple contact, elles ne présentent aucune adhérence ; mais si l'on pratique une entaille dans l'épaisseur de chacune d'elles, et qu'on mette ensuite en contact ces deux solutions, la continuité, le moindre effort suffira pour assurer l'association des deux masses.

Le but de la malaxation est donc de presser les parcelles les unes contre les autres, les parcelles glutineuses de la farine, par leurs bords déchirés. Aussi la quantité de gluten variera-t-elle, selon qu'on opérera de telle ou de telle manière. Ainsi Becquerel se contentait de déposer la farine sur un verre, et de la tenir, sans autre mouvement, sous l'eau, obtenait moins de gluten que Kesseler, qui avait soin de former d'abord une pâte de la farine, et de la pétrir continuellement dans l'eau, jusqu'à ce que l'eau ne passât plus. Dans le premier procédé, le poids de gluten qui tombe rapproche quelques parcelles, mais s'éloigne, en isole ou en désagrége un plus grand nombre, qui passent en conséquence à l'échappée. Dans le second procédé, au contraire, la main comprime, roule en tous sens, et rapproche par tous les points de contact les parcelles, et ne permet à l'eau d'emporter que les grains arrondis et glissants d'amidon. J'ai même constaté qu'en employant ce second procédé on obtenait plus ou moins de gluten, selon que l'on pressait la pâte de telle ou de telle manière. Ainsi, quand on se contente de pétrir perpendiculairement la pâte, on en perd une plus grande quantité, que lorsqu'on la malaxe elle-même avec effort.

4. Mais à sec, ces parcelles de farine sont capables de se ressouder ; c'est en s'imbibant qu'elles reprennent leur élasticité (\*). Or, de même que les tissus des jeunes plantes sont plus disposés à s'imbiber d'eau que les tissus des plantes adultes, de même il arrive que le tissu glutineux d'une céréale est plus disposé à s'associer les uns avec les autres, et à revêtir des formes élastiques,

que le tissu glutineux d'une autre espèce de la même famille. Nous dirons alors, dans les expériences en grand, que l'une renferme du gluten et que l'autre n'en offre pas de trace.

1245. Cependant, d'un autre côté, de même que le légument de la fécule, qui ne se combine avec aucune molécule d'eau à froid (916), est susceptible de s'en assimiler une grande quantité à chaud et de s'étendre dans le liquide ; de même il arrive que tel tissu cellulaire d'une céréale (*gluten*), qui refuse à froid de s'imbiber d'assez d'eau pour devenir élastique et glutineux, s'en imbibe au contraire considérablement à chaud, et recouvre par l'élévation de température la propriété de souder ses parcelles par les bords déchirés, propriété que tel autre gluten possède à froid. Alors les mouvements de l'ébullition favorisant cette association nouvelle, le tissu cellulaire, qui avait refusé de paraître sous la forme de gluten, apparaîtra au chimiste sous celle d'*albumine végétale*, qui monte à la surface du liquide.

1246. Le gluten n'est pas tellement affecté à la graine des céréales, qu'on n'en trouve quelques traces dans beaucoup d'autres plantes : les pétales, les bulbes, les tissus jeunes et verdâtres, et, ainsi que nous le verrons plus tard, le pollen lui-même, en renferment des quantités suffisamment appréciables, quoique avec des variations accidentelles d'élasticité et de consistance.

### § III. Rôle de l'azote dans la composition élémentaire du gluten (\*\*).

1247. Une nouvelle objection se présente contre ce que nous venons d'établir dans le précédent paragraphe. Si le gluten n'est qu'un tissu cellulaire, susceptible, dans certains végétaux, de devenir ligneux, comment se fait-il que ce gluten soit si fortement azoté, tandis que le ligneux l'est si peu ; que le gluten enfin soit, par toutes ses propriétés, une *substance animale*, pour me servir d'une expression familière à l'ancienne chimie organique ? Et comment un tissu animal élabore-t-il dans son sein des globules privés d'azote, comme le sont les globules d'amidon ?

Cette difficulté ne tire sa force que de l'idée que nous nous sommes formée du rôle que joue l'azote, dans la combinaison des tissus azotés. Parce que

Les phénomènes que présente le gluten, dans l'acte de la malaxation, ne diffèrent donc pas des phénomènes que présente la caoutchouc élastique (caoutchouc), dont on ne peut agglutiner les lamelles.

beaux, que par leurs bords rafraîchis à l'aide d'une lame tranchante.  
(\*\*) *Mémoire sur les tissus organiques*, § 31, tome III des *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*, 1827.

L'analyse élémentaire nous a fait constater la présence de l'azote dans le tissu d'une substance organique, nous en avons conclu que l'azote formait un des éléments de sa composition. Il n'est venu dans l'esprit à personne de se demander, si cet azote ne pourrait pas être considéré, comme étranger au tissu lui-même et comme y existant, soit libre mais condensé, soit combiné avec une substance également étrangère à la composition de la principale. Ces deux suppositions méritaient pourtant d'être l'objet de recherches spéciales; c'est ce que nous avons entrepris, et voici les résultats auxquels nous sommes parvenu.

1248. Nous avons déjà vu (925) que l'empois, abandonné à l'influence de l'air atmosphérique, se change en substance azotée (\*); ne serait-il pas possible que l'azote du gluten n'eût pas d'autre origine que l'absorption de l'air atmosphérique? On sait que les corps poreux sont capables de condenser en quantités considérables les gaz qu'ils absorbent, et par conséquent de les combiner; Longchamp (\*\*) a rendu plus que probable la formation de l'acide nitrique aux dépens de l'oxygène et de l'azote de l'air atmosphérique, absorbé et condensé par les pores de la craie; un coup de tonnerre suffit pour en former dans les gouttes de pluie. Vauelin, pharmacien à Laon, a observé depuis que dans l'extrait des feuilles d'orange ou quinquina, exposé à l'air, il se formait, en certaines circonstances, de l'acide nitrique et du gaz nitreux. Doberiner, à son tour, a constaté un dégagement de gaz nitreux dans un mélange sucre et de fleur de sucre qui avait été légèrement chauffé. Or le gluten absorbe de l'air, non-seulement dans l'état de vie et pendant le développement de l'ovaire, mais encore pendant l'act malaxation: ce dernier point est d'une vérité contestable. Eh bien! si l'on recueille les gaz que le gluten laisse dégager, les premiers jours de contact avec l'eau, on trouve, ainsi qu'il a déjà constaté Proust, que ces gaz ne sont que l'acide carbonique et de l'hydrogène. C'est donc l'azote atmosphérique?

1249. Pour évaluer le genre d'influence que l'air atmosphérique, emprisonné par le gluten, exerce sur la décomposition du gluten les expériences suivantes :

Je plai de la farine de froment à doubles parois, formé d'une loi

(\*) Lorsque j'ai commencé pour la première fois à regarder comme de la plus haute importance l'habitude, ou le royaume ou d'habitude. Dans le plus haut respect à la vérité se cons. acquiescent de

Le second avait été pétri avec les mains, et dont les chimistes n'ont jamais tenu compte, mais qu'il m'importait d'évaluer. Donc deux quantités égales de farine, l'une d'une cuiller de fer et sur un tamis l'autre avec le secours des mains; je mis une égale quantité de chacun de ces glutes dans une égale quantité d'eau. Les deux se marchèrent toujours de front sous le même alcalinité; seulement le gluten malaxé avec le secours des mains répandait une odeur spermatique, tandis que l'autre n'acquiesça, même quinze jours après, qu'une odeur aigri. Ainsi les mains, en cédant aux produits de la transsudation et épidermiques, accroissent l'intensité, n'engendrant nullement la nature de la décomposition de cette substance; ce n'était donc pas à la substance qu'on eût été en droit d'attribuer la différence des produits n° 1 et n° 2 de la expérience.

Enfin le gluten existe, avec tous ses caractères dans la farine avant la malaxation. D'où vient donc que la farine, simplement déposée, ne donne presque-jamais aucun signe d'acidité alcaline? On pourrait répondre que dans la farine, il existe des substances, l'huile, le sucre, la gomme, la résonance, dont le mélange est susceptible de masquer la fermentation glutineuse. Pour répondre à cette objection, j'ai placé, le 26, de la farine dans un bocal de 8 centimètres haut et de 3 d'ouverture, rempli d'eau jusqu'au goulot. La farine formait, au fond, une couche de 2 centimètres et demi. Lorsque la farine me parut déposée, je déjà je remplaçai le liquide par une égale eau distillée, dans laquelle j'eus soin de délayer, avec un tube de verre, toute la farine. La même opération fut répétée deux fois par jour, les 2, 4, 8, 9, 11, en sorte que ces divers lavages ont pu être au nombre de 12. La couche de farine avait diminué de 1 centimètre. Cette grande diminution est naturelle; car l'eau que j'enlevais avait en suspension des léguments et des cellules de différente nature, ainsi que j'ai eu soin de m'en assurer au microscope. Or le 21 avril qu'une odeur fade de lait commença à se manifester, et ce ne fut que le 22 que le papier de tournesol indiqua des traces d'acidité qui devint de jour en jour plus prononcée, et la substance a fini par se mon-

trer, avec tous les caractères de l'odeur caséique qu'exhale la fécule bouillie et placée dans les conditions que j'ai décrites ci-dessus (924); mais jamais les papiers réactifs n'y ont révélé le plus léger indice d'alcalinité. L'acidité de cette farine ne pouvait donc plus être attribuée à la présence des substances étrangères au gluten; il est, en effet, nécessaire d'admettre qu'à la faveur de tant de lavages répétés, j'étais parvenu à enlever toutes ces substances hétérogènes, et qu'il ne restait en conséquence, dans le fond de cette eau, que des grains inaltérables (916) d'amidon et des parcelles de gluten.

1252. Les bulles de gaz produites par la fermentation s'élevaient et se succédaient avec rapidité, depuis le 21 avril, de la couche farineuse seulement; ces bulles étaient donc fournies par la décomposition du gluten.

1253. Supposerait-on que la nature acide de ces produits puisse encore être attribuée à la présence de ces quantités inappréciables de substances solubles, dont les lavages les plus nombreux ne parviennent jamais à dépouiller tout à fait les substances insolubles de la farine? Mais alors le gluten obtenu par la malaxation devrait fournir des produits bien plus acides que la farine lavée; car il est évident que, pendant le cours de la malaxation, le gluten emprisonne, dans ses mailles factices, un très-grand nombre de parcelles, avec lesquelles il était mélangé avant la manipulation: l'huile, le sucre, le son, la fécule surtout, ainsi qu'on le constate au microscope, y existent en grande proportion; et pourtant la présence de toutes ces substances n'empêche pas le gluten malaxé de donner, en peu de temps, des signes évidents d'acidité et de putréfaction. Donc l'intensité de ces deux circonstances doit être attribuée à la présence de l'air atmosphérique, dans les mailles naturelles ou factices du gluten malaxé.

1254. Ce n'est pas que, dans la fermentation acide de la farine, il ne se produise pas de l'ammoniaque; car nous avons vu que l'acide caséique ne tarde pas à se déceler à l'odorat (1251); et l'acide caséique ne doit être considéré que comme un acétate d'ammoniaque mélangé à des substances organisées ou organisatrices. Mais puisque, après la malaxation, il se produit assez d'ammoniaque, pour masquer la présence des acides, il est naturel de conclure que cette différence tient à une élaboration de l'air atmosphérique. Dans le gluten malaxé, le sel ammoniacal tendrait de plus en plus à se montrer avec excès de base; dans la farine non malaxée, au contraire, il resterait avec excès d'a-

cide. Lorsque nous nous occuperons de la fermentation alcoolique, nous nous étendrons sur la théorie de ces phénomènes ; il nous suffira ici de constater le fait de la formation de produits ammoniacaux de toutes pièces, dans le gluten exposé aux influences des éléments de l'air. L'expérience suivante viendra à l'appui de la supposition exprimée dans l'alinéa précédent.

1255. Le 17 juillet 1826, j'introduisis 1 gros de gluten malaxé dans un flacon plein d'eau distillée et bouché à l'émeri. Dès le lendemain, le gluten s'était soulevé, des bulles de gaz s'échappaient de sa substance intérieure, et finirent par former, en se réunissant, une grosse bulle sous le goulot ; je débouchai le flacon, j'achevai de le remplir d'eau distillée, et je le bouchai de nouveau. Le gluten se souleva encore, laissa dégager force bulles de gaz jusqu'au 28 juillet, époque à laquelle toute la masse commença à se tasser au fond du vase, et à y former un gâteau compact qui n'adhérait aucunement au verre, et qui, lorsque je renversais le flacon, retombait en entier sur le goulot. Aucune bulle d'air ne se dégagait plus dès cette époque ; mais peu à peu le gluten commença à noircir. Le 26 octobre, le gluten n'avait pas changé de forme ; j'ouvris le flacon, il s'échappa de tous les points du liquide une foule de petites bulles de gaz vers le goulot ; l'odeur qu'exhalait le flacon était si fétide, qu'elle me causa un violent mal de tête ; je rebouchai le flacon. Le 26 novembre, je rouvris le flacon, qui, depuis le 26 octobre, n'avait pas donné les moindres signes de fermentation, quoiqu'il eût été un instant en contact avec l'air atmosphérique. L'odeur qui en sortit fut si fétide et si insupportable, que je ne me sentis pas le courage de recueillir les gaz qui s'en échappèrent, pendant plus de deux heures après l'ouverture du bouchon. Pour me délivrer de cette odeur, je rejetai l'eau du flacon, et je versai sur le gâteau du gluten, de l'acide hydrochlorique étendu. Aussitôt le gluten reprit sa blancheur primitive, et, au lieu de l'odeur insupportable dont je viens de parler, il exhala *une odeur agréable d'acide caséique* (1255) ; je jetai le gâteau sur un filtre, je le lavai à grande eau, et j'obtins une masse blanche, pulvérulente, insoluble dans l'eau, sans odeur prononcée, et dont les molécules affectaient au microscope l'aspect et les dimensions des parcelles de gluten, qu'on remarque dans la farine.

Or quel rôle a joué l'acide hydrochlorique dans cette circonstance ? N'est-ce pas évidemment d'avoir saturé l'excès de base du sel ammoniacal, qui dès lors s'est fait sentir avec son excès d'acide ?

1256. Quoique les principaux produits ammoniacaux de la décomposition du gluten pu être attribués, sans blesser les règles de l'hygiène, et même en se basant sur une masse d'observations, aux combinaisons du tissu et des éléments de l'air atmosphérique qui se trouve emprisonnés dans ses mailles par l'effet, soit de la végétation, soit de la malaxation, on est encore en droit d'indiquer l'origine dans la présence des sels ammoniacaux, qui, pendant les phases de la végétation, se seraient combinés avec les tissus, ou resteraient mélangés aux liquides renfermés dans les cellules. Nous renvoyons, pour la démonstration de ce point de vue, au § 837 du présent ouvrage, où la question est traitée dans toute sa généralité.

1257. En conséquence, il n'existe plus de doute malie relativement à l'opinion que nous sommes formée du *gluten*, comme remplissant chez les céréales, le même rôle que le tissu cellulaire chez les autres plantes farineuses, tel que la pomme de terre (1058), etc.

#### § IV. *Caractères physiques et propriétés chimiques du gluten, tel qu'on l'obtient après la malaxation de la farine de froment.*

1258. Le gluten s'offre sous la forme d'un corps mou, molle, élastique, plus ou moins grisâtre, d'odeur plus ou moins spermatique, selon qu'il a été malaxé par des mains qui transpirent, ou par des individus d'une constitution plus ou moins saine. Abandonné au contact de l'air, après avoir été mêlé au sucre, il fermente, et l'alcool, sur lequel il réagit ensuite pour déterminer la formation d'acide acétique ; desséché, il conserve une couleur jaune, luisante, et reste inaltérable au contact de l'air ; il se putréfie à l'état humide.

1259. En général, à l'état frais, il donne des signes d'acidité, à cause de la présence d'acide acétique et de l'acide phosphorique.

1260. Comme substance organisée, il est probable que le gluten soit une substance purement organique, ou un mélange d'autres corps organiques ou organiques. Comment concevoir, en effet, qu'une substance aussi collante puisse s'extraire de la farine, envelopper, dans ses mailles factices, les éléments organiques ou organisés que l'on trouve dans la mouture a confondus dans la farine ? est-il facile de constater au microscope qu'un gluten le plus pur, et obtenu sans le contact des mains, renferme encore une immense quantité d'amidon et de débris du péricarpe résineux. La même raison, il doit renfermer du sucre et d'autres

u bouillante rend cette masse moins lui fait perdre ses caractères gluticoagule enfin.

l'alcool produit le même effet, mais en certaines substances étrangères et une de sa substance, par un mécanisme nous occuperons plus bas. L'éther la lui enlever rien d'appréciable.

de sulfurique coagule en blanc le gluten au premier contact, et finirait ensuite par se dissoudre, ainsi que toutes les autres substances (1160). Il lui enlève de plus du sucre et de résine, variable selon la composition artificielle de la masse glutineuse.

de acétique, l'acide hydrochlorique et l'acide phosphorique dissolvent d'autant plus de gluten que les proportions sont plus grandes, plus concentrées. Aussi remarque-t-on que l'acide phosphorique dissout plus de gluten que l'acide sulfurique humide. L'ébullition ajoute encore à la rapidité de leur action ; toujours, quoi qu'on fasse, une portion de gluten ne se dissout pas et qui ne fait que s'épaissir. Les autres acides minéraux se dissolvent le gluten. Mais les acides hydrochlorique et sulfurique offrent de plus des phénomènes remarquables de coloration ; et les phénomènes de coloration sont infiniment précieux pour les observations microscopiques : l'acide hydrochlorique coagule d'abord en blanc le gluten, et d'en ajouter assez pour le dissoudre on voit le liquide se colorer successivement en rouge purpurin, en violet et en bleu. L'acide sulfurique au contraire, lui communique une couleur brune, qui est due à la présence simultanée de l'huile, ainsi que nous le démontrons plus bas.

l'ammoniaque concentrée dissout le gluten beaucoup mieux quand celui-ci a été préalablement dissous dans un acide ; il se forme un précipité qui disparaît presque instan-

tant qu'on ajoute une masse caustique gonfle d'abord le gluten, puis elle le dissout en un liquide transparent, incolore.

Les acides et l'ammoniaque ont chacun la propriété de rendre le gluten soluble dans l'alcool et dans l'eau. Cette remarque est importante.

Enfin, je pense, de rappeler que la dissolution du gluten se faisant avec lenteur, il est nécessaire d'employer des vaisseaux fermés, et par conséquent

1268. Mais une remarque qui ne l'est pas moins, c'est que si l'on ajoute à la solution, soit acide, soit alcaline du gluten, une certaine quantité d'eau, peu à peu la portion du gluten, qui ne peut plus dissoudre le véhicule ainsi étendu, s'en détache sous forme de globules sphériques, uniformes, affectant les mêmes dimensions, et qui, en restant suspendus dans le liquide, lui communiquent un aspect laiteux. La portion du gluten qui a été précipitée plus violemment, par le premier contact du véhicule et de l'eau, se précipite sous forme de flocons blancs. Aussi ce phénomène s'offre-t-il avec d'autant plus de régularité, et les globules sont-ils d'autant plus réguliers et uniformes, que le mélange du véhicule et de l'eau se fait plus lentement, par exemple, lorsqu'on laisse le véhicule exposé au contact de l'air, pour qu'il s'y évapore ou qu'il s'y sature d'humidité (\*).

1269. On conçoit maintenant que toute substance capable, soit de neutraliser l'acide ou la base, soit de les étendre, occasionnera le même précipité, avec toutes les variations provenant des modifications des circonstances opératoires. Ainsi l'ammoniaque, qui seule dissout le gluten, le précipitera de sa dissolution dans un acide, et les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique même, et la noix de galle précipitent le gluten de sa dissolution dans l'acide acétique ou dans les alcalis.

1270. Mais ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, lorsqu'il s'agit de raisonner sur la formation des précipités, c'est que chacun de ces *coagulum* informes sera un mélange de gluten et des substances basiques ou acides qui les auront violemment déterminés, et qu'ils se précipiteront avec d'autant plus de rapidité que la base sera plus pesante et moins soluble. Chacun de ces *coagulum* sera, pour ainsi dire, un tissu combiné avec une nouvelle base ; et il faudrait bien se garder d'y voir rien d'analogue à une combinaison normale et atomistique (799).

1271. CONSÉQUENCE IMMÉDIATE DES FAITS PRÉCÉDENTS. — La conséquence la plus naturelle, et qui aurait dû se présenter la première à l'esprit des chimistes, c'est que le gluten, par la présence d'un acide ou de l'ammoniaque, sera susceptible de s'offrir sous deux formes différentes : sous celle d'une substance soluble dans l'eau et dans l'alcool, et sous celle d'une masse insoluble dans l'un et dans l'autre menstrue ; et les proportions respec-

tuées, au microscope, au moyen des lames de verre dont j'ai déjà parlé (486).



lives de ces deux portions de la même substance varieront à l'infini, suivant les doses d'acide employées et selon la quantité d'eau avec laquelle le gluten malaxé se sera associé (1244). D'un autre côté, les acides à l'état libre, abondant dans le suc des végétaux, surtout l'acide acétique, si l'on soumet le suc à l'ébullition, l'évaporation des acides volatils qui tiennent le gluten en dissolution, ou leur saturation par les bases que les mouvements du liquide mettent en contact avec eux, feront que le gluten abandonné reprendra son insolubilité dans l'eau, que ses diverses molécules se rencontrant alors s'associeront, monteront à la surface, par leur légèreté spécifique, et apparaîtront ainsi sous forme d'une écume coagulée que l'on nommera *albumine végétale*; et cette explication complète celle que nous avons donnée plus haut (1258) sur l'anomalie que semblent présenter à cet égard les diverses farines des céréales.

C'est pour ne s'être pas arrêtés à cette simple considération, que les chimistes, dans ces dernières années, ont enrichi la nomenclature, des substances nouvelles dont nous allons nous occuper.

§ V. *Zimôme* (Taddéi) ou *gluten* (Einhoff et Berzélius); — *Gliadine* (Taddéi) ou *albumine végétale* (Einhoff et Berzélius) ou *glutine* (Rouelle et Soubeiran) ou *mucine* (Th. Saussure) ou *diastase* (Payen et Persoz).

1272. Taddéi, Einhoff, Berzélius, ayant traité le gluten de froment (1074) par l'alcool, trouvèrent que le gluten cédait à ce menstrue une substance, qu'ils considérèrent, au moins le premier de ces auteurs, comme le principe du levain. On traite le gluten par l'alcool bouillant, jusqu'à ce que ce liquide filtré tout chaud ne se trouble plus pendant le refroidissement. L'alcool dissout le gluten ou la zimôme, ainsi qu'une substance IMPARFAITEMENT CONNUE, et laisse l'albumine végétale ou la gliadine. Le gluten, dissous dans l'alcool, DONNE DES SIGNES ÉVIDENTS D'ACIDITÉ. Au reste, tous les autres caractères que les auteurs assignent à cette substance soluble dans l'alcool, conviennent à la substance qui ne s'y est pas dissoute, une fois qu'on a traité celle-ci par un acide; et alors ce qu'ils appellent *albumine végétale* ou *gliadine*, est tout aussi soluble dans l'alcool, que ce qu'ils nomment spécialement *gluten* ou *zimôme*.

1273. Donc celui-ci n'est que la portion de l'autre, dont l'acide existant dans la masse s'est

emparé; ce qui me dispense d'entrer dans des détails compliqués du travail de ces travaux. Cette seule conséquence suffit pour les ramener à leur juste valeur.

1274. Je ne m'arrêterai que sur l'IMPARFAITEMENT CONNUE, que l'alcool dissout avec le gluten, et qui se précipite en solution, par le refroidissement. C'est une preuve du dédale inextricable dans lequel jette la chimie en grand; on y a vu couverts d'un bandeau, et l'on serait étonné, pour vingt substances différentes, de la substance rencontrée dans vingt cas différents. Nous avons dit (1260) qu'il ne s'agit pas loin d'être une substance pure de tout gluten renferme au contraire, dans les mailles de son tissu artificiel, l'huile, le amidon du périsperme, les fragments de tout jeune et gommeux, ceux du périsperme, etc.; le tout agglutiné, au moment qui s'est combinée avec le gluten par l'acide (1080), et de celle que le gluten abandonnée et retient à l'état libre.

Si vous soumettez maintenant à la chaleur, un mélange aussi compliqué, il est pas évident que l'amidon éclatera (90) de l'eau libre du gluten, et que, lorsqu'on aura enlevé tout le gluten soluble que ces grains éclatés, ceux-ci monteront en solution dans l'alcool qui les coagulera. Il est évident que la même chose arrivera au gluten abandonné par suite de l'action de l'acide volatil? Ensuite l'huile et le gluten, en se mêlant à l'alcool ou s'emprisonnant dans le *coagulum* de la gomme et de l'amidon, elles ne sont pas capables de modifier les propriétés de l'une et de l'autre substance? Et lorsqu'on refroidira, le *coagulum* aura ramené le repos dans le liquide, n'est-il pas évident que les grains de *coagulum* retomberont de tout leur poids? un précipité? Eh bien! le germe de la vie se trouvait entre les mains des chimistes, et leur méthode l'a frappé de mort.

1275. Rouelle avait déjà imposé le nom de *glutine* à ce que depuis Taddéi nomma *gluten*. fut Fourcroy qui donna à cette substance le nom d'ALBUMINE VÉGÉTALE. Mais Proust la considéra comme analogue au gluten qu'au blanc de l'œuf. Proust ne connaissait pas mieux alors la nature de celle du gluten. Proust se fondait sur ce que l'albumine végétale est coagulable à une température et par la simple concentration. On ignorait alors que le blanc d'œuf,

été délayé et battu dans l'eau, laisse sur le filtre une substance coagulée brune.

Si nous sommes déjà occupé assez de la **DIASTASE** (969); il est inutile de dire que cette substance est synonyme d'insoluble par l'acide acétique (1272), synonyme des **GLIADINE**, **GLUTINE** et **AL-TALE**. Mais cette création académique détrônée presque en naissant par la nôtre qui en vaut bien un autre, et dont on est du moins plus classique que Th. de Saussure avait lu une note (\*), le 21 mars 1833, à la Société d'histoire de Genève; et pour assurer mieux ses droits à la priorité, il avait, le 3 mai, communiqué ses expériences à Dumas, membre de l'Académie des sciences, société centrale qui a pour but de constater, en dernier ressort, les faits de province et de l'Europe à la lumière des inventions. Dumas n'eut garde d'en garder le silence; et son silence, sur ce point de province, fut suffisamment l'empressement avec lequel il fit un rapport si profond et si flatteur, sur la **DIASTASE** de Payen et Persoz, le 17 juin 1833. L'Académie académique a prévalu, et la **MUCINE** a cédé humblement la place, comme elle le devait en faveur. Vous n'aurez donc pas de **MUCINE**, mais un sirop de **DEXTRINE**; mais pour la logique; car le **SIROP DE DEXTRINE**, synonyme de **DIASTASE**, aurait moins blessé l'Académie que le **SIROP DE DEXTRINE**, qui n'en rend rien de plus, et qui conserve ce nom au lieu de le sirop de gomme des pharmaciens, lequel n'est plus souvent qu'un sirop de gomme.

Th. de Saussure donne le nom de **MUCINE** à la substance qui forme environ le 25<sup>e</sup> du gluten en traitant à plusieurs reprises le gluten séché, par l'ébullition dans l'alcool, plusieurs fois bouillantes, les mêlant ensuite avec de l'eau, réduisant par l'évaporation le mélange à un seizième de son volume, et éclaircissant par le repos et par des lavages d'eau pendant l'évaporation, et la dissolution froide soit devenue plus claire et ait pu être séparée de la matière résineuse par l'évaporation à siccité donne la **MUCINE**. D'après l'auteur, des propriétés suivantes. Traite par l'eau, celle-ci ne la dissout

pas en entier, mais seulement un vingt-cinquième; la partie insoluble a les caractères extérieurs de la glutine. La solution transparente se trouble par le refroidissement. La noix de galle trouble une dissolution de  $\frac{1}{50}$  de mucine; la solution est également troublée par l'alcool, les carbonates alcalins, et par l'oxalate d'ammoniaque, mais nullement par l'eau de chaux, de baryte, par l'acétate ou le sous-acétate de plomb, par le chlorure mercurique, et par le cyanure ferroso-potassique. La portion de mucine qui est insoluble dans l'eau se dissout dans l'acide acétique, en laissant un résidu qui y reste presque insoluble, et qui retient, malgré les lavages répétés à l'alcool et à l'eau, une quantité d'acide suffisante pour communiquer à l'eau la faculté de rougir le tournesol. La mucine est insoluble dans l'éther; à sec, elle est inaltérable à l'air.

Enfin la mucine, par tous ses caractères, était digne d'un rapport favorable à l'Académie des sciences, si elle avait poussé plus vite son affaire dans ses bureaux. Aujourd'hui la place est prise, elle doit se retirer, et il nous serait impossible de l'enregistrer dans ce livre, sans nous compromettre vis-à-vis de l'autorité... académique, ce dont nous sommes incapable, comme chacun sait.

1278. Nous ferons seulement remarquer que, si l'alcool bouillant ne dissout que  $\frac{4}{100}$  de mucine, c'est que le gluten ne renfermait pas une assez grande quantité d'acide pour rendre soluble une plus grande portion de sa substance; que si l'eau ne redissout pas la mucine tout entière, c'est que la mucine n'est pas tout entière du gluten soluble dans l'eau, mais qu'elle renferme force résine et force huile, etc., substances solubles dans l'alcool et non dans l'eau; que si la solution d'eau est troublée par l'alcool, c'est parce que l'alcool s'empare des molécules d'eau et s'en sature, ce qui ne saurait avoir lieu sans déplacement et sans précipitation; que les alcalis occasionnent un trouble semblable en s'emparant de l'acide qui servait de menstrue au gluten; que l'oxalate d'ammoniaque occasionne un précipité dans le liquide, parce que la solution renferme de l'acétate de chaux ou du phosphate acide de chaux; que la chaux ne précipite rien, pas plus que la baryte, parce que la solution alcoolique n'a pris au gluten aucun sulfate, etc., etc. En conséquence, la mucine n'est encore qu'un mélange, et de gluten rendu soluble par un acide, et de la plupart des substances que le gluten renfermait dans les mailles de son tissu.

1279. L'auteur a pris un meilleur parti, dans l'étude qu'il a faite des produits de la germination des céréales. S'il a créé des noms, c'est en combinant entre eux les noms académiques; et s'il trouve deux substances nouvelles dans les produits de la germination, l'une s'appelle la *dextrine gluténique*, et l'autre le *sucré gluténique*, expressions qui signifient pour nous : *mélange de fécule et de gluten*, et *mélange de gluten et de sucre*, mais qui, pour l'auteur, ont sans doute une signification et une importance bien différentes, puisqu'elles sont cotées de nombres différents.

100 parties de froment avant la germination lui ont donné :

Amidon . . . . .	72,72
Gluten . . . . .	11,75
Dextrine gluténique. . . . .	3,46
Sucré gluténique . . . . .	2,44
Albumine . . . . .	1,43
Son . . . . .	5,50
Perte. . . . .	2,70
	<hr/>
	100,00

Après la germination, 100 parties du même blé ont donné :

Amidon. . . . .	65,80
Gluten . . . . .	7,64
Dextrine gluténique . . . . .	7,91
Sucré gluténique. . . . .	5,07
Albumine . . . . .	2,67
Son . . . . .	5,60
Perte . . . . .	5,31
	<hr/>
	100,00

Cruikshanck avait trouvé que, sans le contact de l'air, et à la température de 18 à 20° centig., la germination, au bout de quatre jours, n'avait pas produit une quantité notable de sucre et d'amidon.

Th. de Saussure, en prolongeant l'expérience, a obtenu de 100 parties de graines de froment :

Amidon . . . . .	61,81
Gluten . . . . .	0,81
Dextrine gluténique. . . . .	1,73
Sucré gluténique. . . . .	10,79
Albumine . . . . .	8,14
Son . . . . .	4,07
Gaz acide carbonique . . . . .	3,38
Perte . . . . .	9,27
	<hr/>
	100,00

1280. Suivant les principes de rien n'est plus aisé à expliquer que obtenus par Th. de Saussure, et chaque substance ce qui lui appartient la rigueur des nombres, nous avons naitre la confiance qu'on doit y attacher.

Dans la première expérience, l'on trouve sous deux formes, l'une insoluble rendue soluble par un acide végétal. Les premières impressions de chaleur, cet acide s'évapore, et abandonne sous forme le gluten qu'il dissolvait, et qu'il est alors avec les caractères d'une écume sous le nom d'albumine; en restituant au gluten, le chiffre de celui-ci est le même. Une autre portion de ce même gluten longtemps unie à l'acide, son mélangé conséquent ne peut manquer de se séparer des substances, qui sont solubles dans l'alcool. Quand on traitera le résidu de l'alcool, ce gluten y passera avec lui et prendra alors le nom de sucre gluténique. La portion que l'alcool refuse de dissoudre se composera spécialement de *gomme* et de *soluble* de la fécule échappée aux tétrahydrides; ces deux substances, en se combinant, ne manqueront pas d'emprisonner, dans leurs grumeaux, tout le gluten soluble et rencontreront sur leur passage (56); de la *dextrine gluténique*.

1281. Nous avons dit que la germination se fait jour en jour et de proche en proche, à mesure que les grains d'amidon, et à mesure qu'ils se transforment en sucre. Aussi la dextrine, le sucre gluténique devront se montrer d'abord, à mesure que la germination date. Car, de jour en jour, la graine produit un plus grand nombre de grains de fécule par conséquent, une plus grande substance soluble de la fécule, une plus grande quantité de sucre, et une plus grande quantité d'acides acétique et carbonique, proportionnellement le restant du gluten. Ces analyses relatives ne renferment donc que des pseudonymes et déjà depuis longtemps expliqués.

Quant à la troisième expérience, il est évident qu'elle n'a pas été soustraite pendant longtemps au contact de l'air; mais elle est, dans ce cas, une conséquence des expériences précédentes.

*ine* (Braconnot), *albumine et les légumineuses* (Einhof).

es toutes les explications que je r sur les diverses réactions du glutine, qui rentre absolument, par ses propriétés essentielles, dans le genre du

On prépare, en mettant tremper des semences (Mimosa) dans l'eau, jusqu'à ce qu'ils soient ramollis; puis on les réduit en poudre, en les broyant dans un mortier; on fait une pâte dans l'eau, et on la fait passer à travers un tamis fin; le tamis retient le test et le sphaclé qui forment les écales; la liqueur est laiteuse; et sans jamais perdre son caractère, elle laisse déposer de la farine formant une couche blanche comme une couche d'amidon mêlée de glutine verte. On décante; et par le repos la farine se dépose; on peut la recueillir; que cette matière ne tarde pas à rougir sensiblement le papier tournesol du phosphate acide de chaux. L'alcool se comporte avec elle comme le gluten dont nous avons parlé. Les alcalins la dissolvent, mais celui d'ammoniaque que celui de potasse. L'acide phosphorique la dissout en un liquide brun ou le précipite en flocons gluants. Le mercure, la noix de galle, la précarbonate et le sulfate de chaux la

Le travail de Braconnot diffère de celui des rapports de peu d'importance, et au plus ou moins de précision des faits.

La légumine revient donc au gluten dans l'alcool par la présence d'un principe, l'excès d'acide phosphorique de chaux). Le liquide laiteux, opaque, présente en effet des myriades de globules sphériques, égaux entre eux, ne mesurant que  $\frac{1}{400}$  de millimètre (648), et qui, en agitant au fond de l'eau, ou se précipitent à la surface, présentent des propriétés du gluten insoluble.

La matière verte qui s'associe à ces dépôts, ne se rencontre pas dans la farine du blé, mais dans des cotylédons, dans lesquels se trouvent des légumineuses. Or les cotylé-

ons possèdent la substance verte en plus ou moins grande proportion, tandis que le péricarpe des céréales n'en offre presque jamais de trace.

1287. Mais des expériences que j'ai fort anciennement entreprises à ce sujet, me permettent d'avancer, que les cotylédons fournissent spécialement le gluten insoluble dans l'eau et dans l'alcool, plus l'amidon emprisonné dans les sacs glutineux (992), et la matière verte provenant du tissu vasculaire (1105) de ces organes; que les globules glutineux, qui restent suspendus dans le liquide et qui forment la légumine, proviennent spécialement de la plumule et de la grosse radicule de ces semences. Le test et le péricarpe sphaclé n'offrent pas la moindre trace de l'une ou l'autre de ces trois substances.

1288. Les globules glutineux se déposent, avec le gluten dissous à l'aide de l'acide, à mesure que cet excès d'acide se sature soit par les sels du légume, soit par l'ammoniaque qui se forme pendant la durée de l'expérience.

1289. Car la fermentation s'établit souvent en deux ou trois heures, selon l'élévation de température de l'atmosphère, à dater du moment où l'on abandonne le liquide à lui-même; et en deux ou trois jours on voit cette substance monter à la surface du liquide, comme le gluten, ou comme la crème du lait, dont elle a toute l'odeur caséuse; jetée alors sur le filtre, elle en obstrue les pores plus que jamais; elle obstrue même les mailles d'une toile.

1290. Or, si l'on voulait admettre, comme caractère distinctif de cette substance, sa solubilité non-seulement dans les alcalis, mais encore dans les carbonates alcalins, il serait permis de présager la découverte d'autant de substances nouvelles qu'on observerait le gluten chez diverses plantes. Car, lorsqu'il s'agit d'une substance aussi riche en acides ou sels étrangers que l'est le gluten, on doit penser que l'action des doubles décompositions ou des diverses éliminations pourra être la cause d'une foule de caractères illusoires; or la nécessité de rendre compte de l'origine de tous ces caractères, n'implique pas celle d'introduire d'avance des noms nouveaux dans la science.

## § VII. Transformation apparente du gluten sous l'influence de la potasse. Acide pectique (Braconnot).

1291. « On réduit en pulpe des racines, par exemple, des carottes jaunes, d'après Braconnot; on en exprime le jus, on lave le marc à plusieurs

reprises avec de l'eau distillée ou de pluie, et on l'exprime encore. On délaye une partie de marc dans six parties d'eau de pluie, et on y ajoute peu à peu et par petites portions une dissolution d'une partie de potasse à l'alcool (\*). On chauffe ensuite le mélange, et on le fait bouillir pendant environ un quart d'heure, puis on passe la liqueur bouillante à travers un linge. On reconnaît que le mélange a bouilli assez longtemps, quand, après en avoir filtré une petite portion, celle-ci se prend en gelée par L'ADDITION D'UN PEU D'ACIDE. La liqueur renferme principalement DU PECTATE DE POTASSE. On sépare l'acide pectique de la potasse, par un acide fort qu'il est difficile d'enlever parfaitement, ou par le chlorure de chaux, qui fournit, par double décomposition, du PECTATE DE CHAUX. On le fait bouillir avec de l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique, qui s'empare de la chaux, et met à nu l'acide pectique, lequel reste, sous forme d'une gelée incolore, légèrement acide, rougissant le papier tournesol, même lorsqu'elle est tout à fait dépouillée d'acide hydrochlorique. L'eau froide en dissout très-peu; il est plus soluble dans l'eau bouillante. La dissolution est incolore, ne se solidifie pas par le refroidissement, et alors elle rougit à peine le tournesol; elle se coagule par l'alcool, l'eau de chaux ou de baryte, les acides ou les sels à base alcaline; le sucre la transforme, au bout de quelque temps, en gelée. A la distillation sèche, l'acide pectique se décompose sans se gonfler, donne beaucoup d'huile empyreumatique, et laisse une grande quantité de charbon, mais ne dégage ni de l'ammoniaque, ni de l'acide hydrochlorique. L'acide nitrique la transforme en acides oxalique et mucique. Cette gelée acide jouit de la propriété de former des pectates avec les bases. »

1292. Ceux qui auront médité les divers principes que j'ai consignés dans les paragraphes précédents, n'auront pas de peine à se rendre compte de ces phénomènes, et à ne voir, dans le prétendu acide pectique, que du gluten dissous par la potasse, et repris ensuite par un acide qui le dissout en moins grande quantité, et produit une gelée tremblotante, par un mécanisme analogue à celui de l'empois (957), les grumeaux coagulés à demi, et que l'acide ne peut achever de redissoudre, faisant l'office des téguments d'amidon (909).

1293. Mais en même temps que la potasse agit

sur la partie glutineuse et qu'elle des molécules des parois ligneuses (1172) nécessairement mettre en liberté, et la gomme, et l'huile, que recèlent les vaisseaux du ligneux. Aussi remarque ce prétendu acide pectique reste coloré, quoi qu'on fasse, quand on a une racine riche en matière colorante, c'est la carotte.

1294. D'un autre côté, l'action de détermine la formation des acides oxalique et carbonique qui se combinent base. Si maintenant vous saturez cette l'acide hydrochlorique, non-seulement minez au moins deux de ces acides, mais malgré tous vos efforts, il restera toujours des traces de l'acide employé, que longs lavages ne sauraient enlever. On n'obtient directement la preuve de cette action en traitant une huile par un acide; je pourrais que les plus longs lavages à l'eau et à l'alcool parviennent jamais à enlever l'acide complètement. Donc le gluten (1268) abandonné sous forme de gelée, par la potasse saturée d'acide, ne sera plus qu'un mélange de grande quantité, de sucre, d'huile et d'une grande quantité, de sels à base de potasse, et de libres provenant, soit de l'emploi d'un acide minéral ajouté, soit de la formation d'acides végétaux sous la première influence de la potasse; et comme ces diverses substances végétales varieront en qualité et en quantité, la nature des racines employées et selon les circonstances de l'opération, on peut avoir rencontré autant de propriétés diverses de l'acide pectique, qu'on essayera de végétaux et qu'on usera de procédés divers (\*\*).

1295. Ce qui précède explique suffisamment comment ce mélange simule un véritable acide en saturant les bases inorganiques, et en perdant son acidité par des solutions répétées dans l'eau bouillante. Il est vrai qu'à la distillation de cette substance, s'il faut en croire l'auteur de sa découverte, ne laisse dégager ni ammoniaque ni acide hydrochlorique. Mais l'auteur fait qu'il reste un charbon volumineux, et du charbon qu'il fallait analyser avant de conclure, car l'acide hydrochlorique doit certain-

(\*) Vauquelin préfère le bicarbonate de potasse ou le carbonate de soude dissous dans 20 parties d'eau, parce que ces sels dissolvent moins de substances étrangères que la potasse pure.

(\*\*) La meilleure preuve de ce que j'avance se tire évidemment de la couleur noire que contracte cette gelée, lorsqu'on

la dessèche à une chaleur même modérée. Évidemment la substance ne noircit que par l'influence qu'exerce l'acide organique, l'action simultanée de la potasse et de l'acide hydrochlorique, qui sont restés emprisonnés, à l'instar du latex, dans les mailles factices du tissu gélatineux.



l'état de chlorure. Il fallait ensuite regaz, et on se serait alors assuré de la présence de l'azote, provenant de la décomposition ammoniacale par le charbon.

## SIXIÈME GENRE.

### HORDÉINE (\*).

Proust signala en France, sous le nom d'hordéine, une substance qu'il avait rencontrée principalement dans la farine d'orge (*hordeum*) (1030), et qu'il avait déjà désignée, sous celui de *cevadina*, de *cevada*, d'espagnol.

On lave une pâte de farine d'orge, dite *hordeum*, comme s'il s'agissait d'en tirer la *glume* (1275), cette dernière ne s'y trouve pas; mais les doigts rencontrent, à sa surface, une chose, en effet, que le produit dont on ne peut pas parler... L'analyse ne montre rien de spécial de tous les tissus ligneux, dont on ne fait pas ou presque pas partie; à la dissection, par exemple, le vinaigre, l'huile et des sels retiennent une partie, mais aucune substance ammoniacale. L'acide nitrique la dissout; l'acide de l'acide oxalique, du vinaigre; on paraît un soupçon de ce jaune amer, mais on trouve toujours un peu d'azote. (Pag. 342.) » Le procédé dont s'est servi Proust pour isoler cette substance, consiste simplement à faire précipiter l'amidon et l'hordéine qui se sont déposés au fond du vase pendant l'ébullition (1080). L'ébullition rend (d'après l'amidon soluble (935), l'hordéine se précipite et l'on obtient l'hordéine pure au bout de quelques lavages.

À la lecture de la description de cette substance et du procédé que l'auteur avait suivi pour l'obtenir, je conçus des doutes assez forts sur l'existence réelle, et je me proposai de l'examiner par moi-même, et de l'étudier à l'aide de quelques procédés.

Le *Muséum d'hist. naturelle*, tom. XVI, 1827. — *Annal. des sciences d'observ.*, tom. II, 1827. — J'entrerai dans quelques détails au sujet de ce travail, quoique le résultat de ce travail soit tout entier dans l'ouvrage de Berzelius (tom. IV, pag. 323) vient d'enregistrer, sans doute, dans son grand ouvrage, cette vieille substance, puis la publication de mon mémoire, les chimistes généralement attachés aux anciens principes avaient

1299. Après que je l'eus obtenue exactement par le procédé de Proust, le premier coup d'œil, dont elle fut l'objet au microscope, me convainquit qu'au lieu d'une substance immédiate, j'avais sous les yeux un composé compliqué de tissus, dont il ne me restait plus qu'à étudier la région dans la graine elle-même. Le seul moyen de mettre quelque ordre dans ces nouvelles recherches, et de parvenir à des résultats plus positifs, est d'étudier séparément chaque organe de la graine en particulier et d'en tracer des figures exactes, en tenant toujours compte du diamètre des formes qui se présenteront constamment les mêmes. C'est ce que je vais faire, en procédant des organes plus externes aux organes plus internes (pl. 7).

### §1. Description microscopique des organes que la mouture confond dans la farine de blé et d'orge.

1300. Une coupe longitudinale du grain mûr de froment (fig. 2), pratiquée le long du sillon médian que l'on observe sur la face postérieure du grain, présente, 1° le péricarpe (*a*) qui, sur le côté opposé, tapisse l'intérieur du sillon médian (*g*); 2° le périsperme (1234) blanc et farineux (*d*); 3° l'embryon (*b*) dont l'empreinte se voit sur le péricarpe, à la base de toute graine de graminacée.

1301. La même coupe, pratiquée sur un grain d'orge (fig. 1), offre, outre ces trois organes désignés par les mêmes lettres, les valvules calicinales (*e*) qui, en s'agglutinant sur la surface extérieure de la graine, semblent lui former un second péricarpe. Décrivons en détail tous ces organes, dont on voit les figures grossies 150 fois (\*\*\*) sur la planche 7.

1302. PÉRICARPE (fig. 2, *a* et *a'*). — Avant la fécondation de l'ovaire (886), le péricarpe se composait de deux couches: l'une extérieure, blanche, très-épaisse, remplie de fécule (*spécialement dans l'ovaire du froment*), et l'autre plus mince, verte, tapissant l'intérieur de la cavité formée par la couche extérieure, et susceptible, à une certaine époque, de se séparer de la couche blanche,

pourrait être rejetée de leurs ouvrages. D'ailleurs, ce que je vais exposer aura son côté positif, en ce qu'il me fournira l'occasion d'analyser la farine des céréales, et de donner ainsi un exemple de la méthode à suivre dans l'investigation des substances mélangées.

(\*\*) *Annal. de phys. et de chim.*, t. V, pag. 339.

(\*\*\*) A l'exception des fig. 1 et 2, qui sont dessinées à une simple loupe d'un pouce de foyer.

en conservant pourtant des traces de leur adhérence primitive (\*).

1303. A mesure que la maturité approche, on voit la couche externe et blanche perdre peu à peu sa fécule et son épaisseur; ses cellules, se dépouillant progressivement de leur substance nutritive, s'appliquent les unes contre les autres; et, réduites alors à la minime épaisseur de leurs parois, elles finissent par ne plus présenter, malgré leur grand nombre, que la consistance d'un épiderme ordinaire (fig. 2, *a'*).

1304. La couche interne, au contraire, de verte qu'elle était dans le principe, finit par devenir rougeâtre, changement uniquement dû à une modification de la résine de ses cellules; et c'est cette racine desséchée qui rend la graine des céréales imperméable à l'eau, partout ailleurs que sur le *hile* (*c*, fig. 1 et 2), par lequel la graine tenait à l'articulation supérieure de la fleur.

1305. Le péricarpe (*d*, fig. 1 et 2) est recouvert d'une couche à cellules hexagonales noires par réfraction, et blanches par réflexion, plus allongées dans l'orge (fig. 5) que dans le blé (fig. 6). Cette couche simple paraît tenir la place, chez les graminées, du *test* des autres graines. Une tranche longitudinale du grain de blé (fig. 4) présente tous ces organes dans leur position respective: (*a*) couche blanche et externe du péricarpe; (*b*) couche résineuse et interne du même organe; (*c*) espèce de *test* qui enveloppe le péricarpe farineux (*d*), mais qui, sur l'embryon, ne s'offre plus avec ses cellules hexagonales. La fig. 5 représente le péricarpe de l'orge.

1306. La fig. 7 représente de face la couche externe (*a*) et la couche interne ou résineuse (*b*) du péricarpe pris sur la surface de l'embryon de l'orge. La figure 8 représente les mêmes couches (*a* et *b*) prises à la même région chez le blé.

1307. La fig. 9 représente le même organe avec sa couche externe (*a*), sa couche interne (*b*), plus le *test* (*c*) du péricarpe pris au-dessus de la région de l'embryon de l'orge. La fig. 10 représente la couche blanche externe (*a*) et la couche résineuse interne (*b*) prises à la même position sur le blé.

1308. La calotte supérieure du grain de blé est hérissée de poils roides et blancs (fig. 2, *f*, et fig. 13), dont nous nous sommes occupé plus haut (754). Le grain d'orge en a moins (pl. 9, fig. 4); l'ovaire d'avoine (fig. 1) en est tout velu.

1309. A la base du grain de toutes les céréales se trouvent deux écailles, épaisses avant la maturité (pl. 9 fig. 10, *cc'*), et qui s'amincissent à mesure de la maturité (*c''*). Dans leurs interstices s'insèrent les étamines, et ce double système d'organes constitue l'analogue des corolles monopétales des fleurs d'un ordre supérieur.

1310. L'embryon se compose: 1° d'un charnu triangulaire, qui est chargé de transporter au végétal en miniature les produits organiques de la décomposition du péricarpe (1) contre lequel il est appliqué par sa face inférieure; cet organe est traversé d'une gaine verdâtre (\*\*); 2° de la plumule formée d'embryoïtes de feuilles en miniature encore fendues par devant et assez nombreuses même avant la germination; 3° d'un cotylédonaire ne renfermant point de substance nutritive, offrant des embryoïtes analogues à ceux de la plumule qui lui est opposée, quoique plus ou moins nombreux. La fig. 12 présente un des cotylédons de la plumule avec leurs nervures. La fig. 11, au contraire, offre des cellules internes et de l'épiderme du cotylédonaire de l'orge et du blé.

1311. Voilà l'énumération analytique des organes dont la mouture mêle et confond plus ou moins divisés dans la farine les éléments des céréales: amidon, gluten, embryon, couches du péricarpe, écailles corollaires, embryoïtes des étamines.

1312. Pour séparer l'amidon et le gluten de l'orge, on désire obtenir simultanément, et à l'aide de fragments du péricarpe et de l'embryon, des produits qui peuvent servir que bien accidentellement à la panification panariaire, on fait passer le produit de la mouture dans un *bluteau*, tamis cylindrique ou conique, auquel on fait décrire un mouvement de rotation autour de son axe. L'amidon et les petites particules de gluten passent à travers le tamis, les plus gros fragments du péricarpe et l'embryon restent dans le tamis, et forment ce qu'on appelle le *son*.

§ II. Quels sont ceux de ces organes que l'on retrouve dans l'hordéine, et dans quelle proportion enfin que l'hordéine?

1313. Or, dans l'hordéine obtenue dans un grand état de pureté, on rencontre princi-

(\*) Voy. pl. 16, fig. 7, tom. VI des *Annal. des sc. naturelles*, 1825; et de plus *Nouveau syst. de physiologie végét. et de bot.*, § 427.

(\*\*) Voyez mon travail sur le développement de l'embryon des céréales (*Annales des sciences nat.*, tom. IV, pl. 13, fig. 5 et 6, et fig. 13 et 14 a), et *Nouv. syst. de physiol. vég.*, § 3.

fragments du péricarpe que représentent 5, 6, 7, 8, 9, 10, les fragments de fig. 12), ceux du cotylédon (fig. 11), 13), les écailles (pl. 9, fig. 10, c), et les indéterminables, qui ne peuvent former des fragments trop épais de l'embryon.

L'HORDÉINE N'EST DONC QUE DU SON PLUS ELUI qui est resté sur le bluteau, et à cause de la ténuité de ses fragments, mailles, en même temps que la fécule. Dans l'expérience de Proust, l'ébullition en suspension les téguments de ces fragments du péricarpe; et par conséquent ces fragments du son retombent, on les obtient presque purs par des

à donc à quoi se réduit la substance, Proust avait consacré trois grands mélanges, laquelle il faisait jouer un si grand rôle de la germination (\*); et sans nous en rendre compte, il est infiniment probable qu'elle aura été encore longtemps son importance analogues de la science. Par une conséquence directe, il paraîtra certain, sans avoir l'appui de l'expérience, que toutes les graines de test ou d'un péricarpe résineux auront fourni une quantité plus ou moins considérable de son très-divisé, lorsqu'on les aurait traités par les procédés que je viens de décrire.

Je parle ici que de l'hordéine de Proust; (\*\*\*) a évidemment confondu, sous ce nom, des substances distinctes : les lies de vins, les pellicules provenant d'une végétation aqueuse, ou une association des particules de l'hordéine, de Proust, que je viens de montrer être que du son très-divisé.

On dira-t-on, si l'hordéine n'est que du son, comment se fait-il que des graines de blé à peu près égal, mais appartenant à des variétés différentes, fournissent des quantités si différentes de ce résidu? Comment se fait-il que 55 d'hordéine sur 100 de farine, tant de farine de blé en fournit à peine 20

de ces deux graines donne une réponse satisfaisante à cette double objection. Je ne parle pas des paillettes calicinales qui recouvrent le grain d'orge, et dont les fragments, comparés à ceux du péricarpe, doivent né-

cessairement grossir encore la quantité du précipité. Mais cependant il est bon de faire observer que ces paillettes calicinales, en s'attachant au péricarpe, ont dû imprimer à cet organe des modifications physiques que n'aura pas le grain de blé. Or c'est ce que la dissection démontre. Car, si l'on pratique une coupe transversale sur le grain d'orge et sur celui de blé, on ne manque pas de s'apercevoir que le péricarpe du blé (fig. 10) s'enlève en entier et comme un ruban circulaire, tandis que le péricarpe de l'orge (fig. 9), au lieu de s'exfolier, ne se détache que par fragments très-petits. Eh bien! ce qui se passe sous le tranchant du scapel, doit évidemment avoir lieu aussi sous le poids de la meule. En conséquence le son se trouvera à un état de division bien plus grossier dans la farine de blé que dans celle de l'orge. Ses fragments resteront donc au-dessus du bluteau, quand on tamisera la farine de blé, tandis que, plus petits et presque microscopiques dans la farine d'orge, ils passeront avec la fécule et le gluten à travers les mailles du bluteau, et deviendront ainsi presque inséparables mécaniquement de cette farine.

1318. La preuve en grand de ce que vient de révéler l'analyse microscopique nous est fournie par l'orge perlé. On sait que cette substance se prépare principalement en Hollande, en écartant la meule, qui dès lors, au lieu d'écraser le grain d'orge, ne fait plus que le rouler sur lui-même, et, par le frottement, le dépouille de son péricarpe et de son embryon; le grain d'orge s'offre alors sous la forme d'une boulette blanche, analogue aux petites boulettes de sagou (1011), d'où lui vient le nom d'orge perlé; et ces boulettes ne retiennent plus du péricarpe que la portion qui, étant emprisonnée dans le sillon postérieur de la graine (pl. 9, fig. 4, a), n'a pu être usée par la meule.

Eh bien, si l'on broie cette substance, pour en faire de la farine, on obtient une farine aussi blanche que celle du froment, et qui ne donne plus, en hordéine, qu'une quantité minime, équivalente à la somme des débris du péricarpe qui étaient restés inattaqués dans le sillon postérieur du grain.

1319. Ces résultats sont si simples à obtenir et si faciles à comprendre, qu'on serait tenté de croire qu'ils n'eussent pas échappé aux meuniers, aux boulangers, et à tous ceux qui ont l'habitude d'observer et de manipuler les farines. Qu'on re-

*l'éine, enfin, disait-il, descendue de 55 à 12 pour cent, n'est-elle devenue? se serait-elle transformée en quelque chose? les recherches n'exigeraient pas ces questions?*

( *Annal. de chimie et de physique*, tom. V, pag. 344. )

(\*\*) *Traité de chimie*, 1824, tom. IV, pag. 230, 304 et 315.

hexagonales du *test* (1305). Le périsperme renferme le gluten , l'amidon ( 1229 ) , et , ainsi que l'indique la réaction de l'acide sulfurique (1325), du sucre et de l'huile , qui abondent dans le maïs. L'embryon (pl. 7, fig. 1 et 2, *b*), outre la substance verte de la plumule (1310) et de la nervure du cotylédon , renferme encore de l'huile et du sucre avec de la gomme. L'huile abonde chez l'embryon du maïs.

1329. Quant aux proportions en grand de toutes ces substances , dans une farine donnée , nous allons les évaluer dans le paragraphe suivant ; mais ces proportions , par toutes les raisons ci-dessus exposées (1322) , ne peuvent être considérées que comme des approximations utiles à l'industrie.

§ IV. *Applications pratiques de toutes les observations précédentes à la mouture , à l'analyse , et à l'emploi des farines.*

1330. Davy a , le premier , signalé à l'attention des chimistes , l'influence qu'exerce le climat sur les quantités respectives des matières qui rentrent dans la structure d'une graine. Il a fait voir, toutes choses égales d'ailleurs , que les blés du Midi renferment plus de gluten que ceux du Nord , ce qui signifie , d'après nous , que le tissu cellulaire des uns se prête mieux à la malaxation que celui des autres. Mais ces différences se montrent , et dans des limites considérables , entre les divers blés cultivés dans le même climat, selon la nature du terrain , la qualité et l'abondance du fumage ; ce qui fait qu'une analyse chimique ne doit jamais être considérée comme exprimant une loi générale de composition , alors même qu'il arriverait , par impossible, que nos procédés d'analyse fournissent des résultats plus dignes de confiance.

1331. FROMENT.—Proust a trouvé que 100 parties de froment donnaient :

Résine jaune. . . . .	1,0
Extrait gommeux et sucré. . . . .	12,0
Gluten. . . . .	12,5
Amidon . . . . .	74,5

La résine jaune provient du péricarpe et de l'embryon donne une résine verte qui est celle de Proust. Mais, outre toutes ces substances dans les farines les plus pures, des débris de péricarpe et de l'embryon , qui ont dû passer en compte de l'amidon et du gluten. L'analyse est perdue de vue, parce que ses globules en suspension , accroissent la masse de l'analyse et imprègnent le gluten et en sont absorbé gommeux et sucré est une espèce de chaux, sous le nom duquel on désigne le gluten, dont on ne veut pas se donner la peine par l'analyse ou la pensée , les divers éléments. Dans l'extrait de Proust , on aurait trouvé en dissous, des léguments de fécule, de l'amidon, de gluten , du péricarpe , de l'huile oléagineux en suspension , enfin de la gomme et du sucre , éléments dont l'analyse est incapable de soupçonner le mélange , qui ont vaient nécessairement s'offrir au chimiste sous l'apparence d'une unité.

Vogel retire les nombres suivants de l'analyse des *Triticum hibernum* et *Triticum vulgare* bords du Danube :

<i>Triticum hibernum.</i>	<i>Triticum vulgare.</i>
Fécule. . . . .	68
Gluten non desséché	24
Sucre gommeux. . .	5
Albumine végétale. .	1,5
Phosphates terreux et autres sels , quantités terminées.	

Il en est , du sucre gommeux de cette farine comme de l'extrait gommeux de l'analyse précédente. Quant à l'albumine végétale, elle est employée du sucre gommeux et du gluten desséché ; on doit la retrouver avec tous les éléments dans ces deux derniers produits ; et ces derniers produits doivent se retrouver dans le poids de cette prétendue albumine (1275). Ici nulle mention de résine , d'huile et de ligneux.

Vauquelin a publié les résultats de ses analyses comparatives , sur la farine de froment dans le tableau suivant :

NOMS DES FARINES.	SUMI- DITÉ.	GLUTEN.	AMIDON.	MATIERE SUCRÉE.	MATIERE GOMMO- GLUTINEUSE.	SON RESTE SUR LE TAMIS.
Mouture de froment. . . . .	10	10.06	71.40	4.72	3.32	
Mouture de blé dur d'Odessa. . . . .	6	9.60	75.50	4.22	3.28	1.20
Mouture de blé tendre d'Odessa. . . . .	12	14.55	58.50	8.48	4.90	2.30
Mouture de blé tendre d'Odessa. . . . .	10	12.00	62.00	7.36	5.80	1.20
Mouture de blé tendre d'Odessa. . . . .	11	12.10	70.84	4.90	4.60	
Mouture de blé tendre d'Odessa. . . . .	12	7.50	72.00	5.42	3.30	
Mouture de blé tendre d'Odessa. . . . .	10	10.30	72.80	4.20	2.80	
Mouture de blé tendre d'Odessa. . . . .	8	10.30	71.20	4.80	3.60	
Mouture de blé tendre d'Odessa. . . . .	12	9.02	67.78	4.80	4.60	

libres, qui affectent les caractères d'une réaction, ne se présenteraient pas deux fois analysées de la même farine, exécutées d'après les procédés de Vauquelin. ne, ils ne doivent être considérés que comme des évaluations approximatives; en théorie, ils n'ont aucune valeur. L'humidité n'a nullement la quantité d'eau étrangère à la constitution chimique des éléments de la farine. Le gluten a emprisonné de l'amidon et tout dans son tissu. L'amidon a em-  
 se précipitant, du gluten et de tout le  
 matière gommo-glutineuse est un mé-  
 gluten, tenant en suspension ou en dis-  
 la gomme, du sucre, de l'huile, et des  
 de la fécule. La matière sucrée n'est  
 ment du sucre, mais elle est un peu de  
 lie revient à l'extrait gommeux et su-  
 crest, et au sucre gommeux de Vogel;  
 rait-il valu réunir, sous la même déno-  
 , la 4<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> colonne.

k a donné une analyse comparative du  
 et monococon; il a trouvé dans :

La farine non tamisée.	Farine tamisée.
album. végét. 10,354	15,556
..... 64,838	70,459
sucre et extrait 11,347	7,198
..... 7,481	0,807

rons lieu plus bas de donner un exem-  
 aillant encore du bonheur avec lequel  
 borde les décimales; nous nous conten-  
 faire remarquer que l'article qui com-  
 mune, sucre et extrait, aurait pu fournir  
 le produits un peu plus longue. Berzé-  
 t pas comment, par le tamisage, il a pu  
 et des quantités aussi grandes de gluten,  
 et de matière extractive; cela est pour-  
 t. — TOME I.

tant bien facile à concevoir aux yeux de ceux qui  
 auront jeté le plus léger coup d'œil sur ce qui pré-  
 cède : le gluten étant un tissu se brise, à sec, en  
 parcelles de divers diamètre, mais qui peuvent être  
 d'une plus grande dimension que le grain d'ami-  
 don; ces parcelles resteront donc sur le tamis,  
 dont les mailles livreront passage à la fécule;  
 après le tamisage, on trouvera donc une plus  
 grande proportion de fécule et une moindre pro-  
 portion de gluten. Mais le gluten ne s'isole pas,  
 par la mouture, de ce qui adhère à ses parois,  
 pendant qu'il élabore sous forme de tissu; le  
 sucre et la gomme ne s'en détacheront donc pas  
 comme la fécule, et il en reliendra toujours avec  
 lui de grandes quantités, qui le suivront à travers  
 le tamis. L'extrait résineux appartenant au péri-  
 carpe et à l'embryon, restera sur le tamis avec ces  
 deux ordres de substances; tout cela ne demande  
 pas une longue théorie pour être facile à conce-  
 voir.

1333. AVOINE. — Vogel en a trouvé la farine  
 composée de :

Fécule. . . . .	59
Albumine. . . . .	4,50
Gomme. . . . .	2,50
Sucre et principe amer. . . . .	8,25
Huile grasse. . . . .	2
Sels, quantité indéterminée.	

L'albumine végétale équivaut ici au gluten;  
 car Davy trouve, lui, 6 pour 100 de gluten dans  
 la farine d'avoine. Dans la farine analysée par  
 Vogel, le gluten s'est montré dissous par un acide;  
 il s'est montré malaxable dans la farine analysée  
 par Davy. Quel singulier amalgame qu'une quan-  
 tité élémentaire qui porte en titre sucre et prin-  
 cipe amer, deux produits que le palais des gour-  
 mets aurait de la peine à découvrir ensemble !



Quelle plus singulière méthode, que celle qui s'applique à préciser des nombres , pour en laisser 24 sur 100 à une quantité indéterminée de sels !

1333. SEIGLE. — D'après Einhoff, 3840 parties de seigle se composeraient de :

Enveloppe. . . . .	930
Humidité. . . . .	390
Farine. . . . .	2520

Mais il serait impossible d'éliminer toute l'humidité étrangère au grain , sans désorganiser la majeure partie des tissus de la semence ; et , par les procédés de mouture, il serait impossible d'obtenir séparément toute la partie corticale, que l'auteur désigne sous le nom d'enveloppe, et qui revient à ce que l'on appelle ordinairement son. Nous avons déjà eu l'occasion de remarquer combien il s'en trouve dans les farines les plus pures (1322).

D'après le même auteur, la même quantité de farine contiendrait :

Albumine. . . . .	126
Gluten non desséché. . . . .	364
Mucilage. . . . .	426
Amidon. . . . .	2345
Sucre. . . . .	120
Enveloppe. . . . .	245
Perte. . . . .	208

L'albumine et le mucilage sont des doubles emplois plus ou moins impurs du gluten ; les débris de l'enveloppe ne sont pas tous dans la quantité signalée ; le gluten, le mucilage et l'albumine végétale en renferment certainement des proportions, qu'avec des procédés un peu délicats on aurait pu constater assez facilement.

Nous ne joindrons pas à ces détails l'analyse du *seigle ergoté*, qui n'est plus une semence, mais un développement fongueux de l'ovaire ; car il nous serait impossible de nous reconnaître dans le luxe des chiffres et des dénominations arbitraires, avec lesquelles les auteurs composent, dans leur cabinet, la liste des produits qu'ils attribuent à la nature.

1334. ORGE. — Einhoff a établi que l'orge mûre se compose de :

Eau. . . . .	11,20
Enveloppe ou son. . . . .	18,75
Farine . . . . .	70,05
	<hr/>
	100,00

Que 100 parties de farine se composent

Eau. . . . .	9,
Amidon et gluten réunis . . . . .	67,
Fibre mêlée à du gluten et de l'amidon . . . . .	7,
Albumine végétale coagulée par la chaleur . . . . .	1,
Gluten dissous . . . . .	3,
Sucre . . . . .	5,
Gomme. . . . .	4,0
Phosphate de chaux . . . . .	0,2
Perte . . . . .	1,4
	<hr/>
	100,0

Fourcroy et Vauquelin avaient trouvé de l'huile volatile des liqueurs fermentées, sans de la farine en digestion dans une quantité d'alcool , qui se colorait en jaune ; mais la résine du son ne figure ni dans l'une ni dans l'autre.

Le gluten dissous ne diffère de l'albumine qu'en ce que les sels , qui ont besoin d'un dissolvant acide de celle-ci , n'ont pas eu le liquide, pour neutraliser la quantité qui servait à dissoudre le premier.

Ces deux substances ne diffèrent du gluten que parce que l'acide , qui servait de dissolvant à l'albumine prétendue et au gluten n'était pas assez abondant pour dissoudre le gluten insoluble.

Le gluten n'étant pas malaxable dans l'eau, il est difficile d'en établir, même approximativement, les proportions, et il doit se précipiter avec l'amidon. Mais, par le procédé des lavages, la fermentation développant un acide capable de dissoudre toutes les substances de la farine autres que l'amidon, on parviendra apparemment à connaître les proportions de l'amidon et du gluten, par le poids de la première substance que son insolubilité permettra d'extraire au moyen des lavages, à un état suffisant de pureté ; car, en défalquant du poids total de la farine, la quantité de sucre et de gomme aura recueillie à froid, et la quantité d'albumine qu'on aura extraite par la fermentation tant pourra représenter approximativement la quantité de substance glutineuse qui entre dans la composition de la farine.

1335. RIZ. — Le riz nous arrive, après avoir

ix procédés de décortilage, dont les  
fait tomber l'embryon et les premières  
péricarpe; le gluten n'en est pas ma-  
ssi joue-t-il, dans les analyses execu-  
ès l'ancienne méthode, le rôle d'un  
prend toutes les formes et reçoit diffé-  
s. La fécule provenant de la semence  
e présente, au microscope, anguleuse  
s, ce qui indique qu'elle a subi dans  
e une grande compression, que les  
libéraient fortement ensemble, et partant  
oir été grandement endommagés par la  
au grossissement de 350 du microscope  
ont une grandeur apparente de 4 mil-  
es qui donnerait pour leur grandeur  
environ de millimètre; mais au grossis-  
100 diamètres de mon ancien micro-  
7), leur grandeur réelle serait moindre  
raconnot ayant analysé comparative-  
s de la Caroline et celui du Piémont,

	Dans le riz de la Caroline. Grammes.	Dans le riz du Piémont. Grammes.
. . . . .	5,00	7,00
n. . . . .	85,07	83,80
chyme . . .	4,80	4,80
e végéto-ani- s. . . . .	3,60	3,60
e gommeuse ine de l'ami- . . . . .	0,71	0,10
. . . . .	0,13	0,25
n. de chaux.	0,40	0,40
re de potas- i et phos- e de pot., e acétique, égétal à base iaux, sel vé- l à base de sse, soufre : races.		
pres Vogel, le riz ordinaire contien-		
le. . . . .	96,00	
e. . . . .	1,00	
grasse . . . . .	1,50	
mine. . . . .	0,20	
, quantité indéterminée.		

Vauquelin n'a pas rencontré de matière ani-  
male dans le riz.  
1338. L'albumine de Vogel est une fraction de  
la matière végéto-animale de Braconnot, et cette  
expression équivaut à matière azotée dissoute par  
l'acide acétique. La matière gommeuse, voisine  
de l'amidon de Braconnot, n'est que la substance  
de l'amidon lui-même, mise à nu par le broiement  
et la mouture du riz. Quant à l'amidon, dont le  
chiffre varie si largement dans les deux analyses,  
c'est un mélange d'amidon et du gluten non ma-  
laxable, qui se précipite avec l'amidon. Enfin,  
cette quantité variera à chaque analyse, selon  
qu'on différenciera plus ou moins d'isoler les pro-  
duits, et selon qu'ils resteront soumis plus ou  
moins longtemps à la température ordinaire;  
car, en été, le moindre retard suffira pour déve-  
lopper, dans le mélange, de l'acide acétique,  
qui dissoudra en plus ou moins grande quantité  
le parenchyme glutineux, et l'associera ainsi,  
soit au sucre, soit à l'huile, soit à la substance  
soluble de l'amidon.

1339. FARINE DE SARRASIN (1034). — D'après Zenneck, elle se composerait de :	
Fibre végétale . . . . .	26,9431
Fécule . . . . .	52,2954
Gluten . . . . .	10,4754
Albumine. . . . .	0,2272
Matière extractive oxy- génée . . . . .	2,5378
Matière extractive avec sucre. . . . .	5,0681
Gomme avec mucilage	2,8050
Résine. . . . .	0,3656
Perte . . . . .	1,2884
	<hr/> 100,0000

Cette analyse date de 1830 ! Ce luxe de déci-  
males a des prétentions au moins outrecuidantes;  
nos auteurs français n'avaient pas porté, en ana-  
lyse végétale, leurs prétentions si haut. La fibre  
végétale, c'est le péricarpe et le test, qui n'est  
rien moins que fibreux. La résine provient des  
débris les plus fins de ce son échappé au tami-  
sage; l'albumine n'est autre qu'une dissolution  
du gluten; mais qui pourrait nous dire ce que  
c'est que la gomme avec mucilage, la matière  
extractive oxygénée et la matière extractive avec  
sucre ? Il y a là de l'étoffe pour tailler vingt sub-  
stances de plus; et il nous semble que, quand on  
affronte avec tant de hardiesse les décimales, il

y a par trop de modestie à reculer devant le nombre des produits.

1340. POIS, HARICOTS, FÈVES, etc. (1020). — Les légumineuses offrent une composition analogue à celle des céréales, en ce que, dans leurs cotylédons, elles possèdent abondamment de la fécule et du gluten; mais celui-ci y prend différents caractères, selon que, pendant la durée de la germination et de la manipulation, il se développe un acide plus ou moins abondant. Aussi chez les unes le gluten se trouve-t-il malaxable, chez les autres est-il en suspension et non susceptible d'être malaxé; enfin chez d'autres, se présente-t-il au microscope, sous forme de globules oléagineux (1285), qui se coagulent et s'agglomèrent entre eux par la présence d'un alcali; il prend alors, selon l'inspiration des auteurs, les noms de gluten, matière végéto-animale, albumine, mucilage, etc. Cette considération nous dispense de faire suivre les analyses suivantes, par de plus amples développements.

1341. D'après Einhoff, on trouverait :

	Dans les pois.	Dans les fèves.
Matière soluble. . .	540	600
Amidon. . . . .	1265	1312
Matière végéto-animale . . . . .	559	417
Albumine. . . . .	66	81
Sucre. . . . .	81	0
Mucilage . . . . .	249	177
Matière amylacée fibreuse et envelop.	840	996
Extractif soluble dans l'alcool . . .	0	136
Sels. . . . .	11	37,5
Perte . . . . .	229	133,5
	<hr/> 3840	<hr/> 3840,0

1342. D'après Braconnot (1282), l'analyse des haricots présente :

Eau . . . . .	23,00
Amidon. . . . .	42,34
Gluten. . . . .	18,20
Substance nitrogénée gommeuse	5,36
Acide pectique . . . . .	1,50
Graisse jaune . . . . .	0,70
Sucre . . . . .	0,20
Phosphate et carbonate de chaux et de potasse . . . . .	1,00
Fibrine amylacée . . . . .	0,70
Enveloppes . . . . .	7,00
	<hr/> 100,00

1343. Il nous semble que l'emploi de gouttes d'ammoniaque restituerait à certaines semences farineuses, la ductilité collante qui le distinguent chez les céréales; chez d'autres graines, l'imprégnation avec une certaine quantité d'huile fixe, cette substance glutineuse susceptible d'être cueillie par la malaxation.

1344. CONCLUSION.—En résumé, sous le rapport scientifique, ces analyses sont pires que de calcul, ce sont des erreurs de méthode; et dans l'intérêt de la fabrication industrielle, elles ne sauraient fournir une seule donnée susceptible d'être généralisée. La composition des semences varie selon le climat, la nature du sol, les procédés de culture, c'est à l'industriel à en faire dans les analyses de son fait, les bases d'une appréciation utile; mais qu'il procède à ces analyses en suivant la ligne tracée par la nouvelle méthode, s'il veut se rendre compte des anomalies, ne manipuler qu'en connaissance de cause. L'homme de science, il est, je crois, en mesure de faire observer aujourd'hui qu'on ne saurait désormais poursuivre l'étude des semences d'une manière utile à la philosophie de la vie, que par l'alliance de l'anatomie, de la chimie, de la physiologie; tout divorce entre ces trois sciences mène à l'absurde, en menant à la confusion.

1° Influence de la culture sur la composition du péricarpe des céréales

1345. Les graines féculo-glutineuses sont tant plus riches en farine, que leur péricarpe est plus dur, moins cotonneux et plus compact. La substance de cet organe ressemble alors à du verre; tels sont spécialement les blés dans les terrains moins favorisés par le climat, le péricarpe est blanc à l'œil, friable sous les doigts, cloie en crevasses assez volumineuses. A volume égal, cette dernière sorte de blé doit être moins riche en farine que la première; elle doit avoir un poids d'autant moindre que les autres. Différences entre les deux sortes de blés plus tranchées. Aussi voit-on les blés de volume et de poids, selon qu'ils ont été cultivés dans un sol plus ou moins riche, dans un climat plus ou moins chaud, et que le climat est plus ou moins favorable. Nous en avons un exemple frappant dans les environs de Fontenay-le-Comte, de la plaine gypseuse de Saint-Denis.

moyenne que 68 kilogr. l'hectolitre , les céréales de même nom venues dans argilo-calcaires de Vaugirard , pèsent 75 kilogr. l'hectolitre ; différence en : 7 kilogr.

différence de poids , entre les diverses machines de céréales , provient encore des de leurs configurations respectives. Les grains , chez les unes , est telle , qu'il y a des larges lacunes dans l'interstice de ceux-ci. Les poils qui hérissent leur surface sont plus ou plus touffus chez ceux-ci que chez ceux-là , et tiennent par conséquent les grains à une grande distance. D'autres , comme l'avoine , sont emprisonnés dans la double enveloppe , comme une espèce de coque qui diminue d'autant , par sa présence , la masse.

Il en vient que la moyenne en poids , de toutes les céréales et semences farineuses , a été trouvée en France :

Froment . . . . .	de 75 kilogr.
Seigle (froment et seigle). . . . .	72
Orge . . . . .	70
Blé . . . . .	64
Avoine . . . . .	47
Farrocin . . . . .	65
Sarrasin et millet . . . . .	67
Grains secs . . . . .	78
Tous grains . . . . .	76

Dans l'état actuel de notre constitution physique , il paraît que les céréales peuvent pousser à l'infini dans les mauvais sols , mais qu'elles ne dépassent jamais une certaine limite. La culture a la puissance de multiplier les épis et les grains de l'épi , en sorte que sur un sol ingrat , ne produit que 36 hectolitres , en produira jusqu'à 36 sur un sol fertile ; mais elle ne saurait ajouter rien de plus aux dimensions de la semence. Les céréales des tombeaux égyptiens devaient certainement appartenir à la même espèce que nos meilleures espèces modernes (1035). Les égyptiens avaient fondé sur ce fait une partie de leur métrique : le doigt ( mesure de longueur ) se divisait en 6 parties , le grain d'orge placé sur le dos et l'embryon en

dehors ; leur grain d'orge équivalait à 31 millim. 35 , ce qui est encore la dimension de notre céréale en largeur. La mesure du grain d'orge se divisait en 6 crins de chameau , qui ont encore aujourd'hui  $\frac{1}{6}$  du grain d'orge (\*).

## 2<sup>e</sup> Théorie de la mouture des céréales.

1340. La routine a presque seule appris tout ce que l'on sait et indiqué ce que l'on pratique en meunerie ; c'est ce qui fait que cet art a marché si lentement dans la voie du progrès. A force d'essais et de tâtonnements , on a poussé assez loin aujourd'hui la perfection des procédés ; mais on y serait arrivé bien plus tôt , et maintenant on irait encore bien plus vite en perfectionnements , si ceux qui s'appliquent à améliorer les machines et les procédés , se faisaient d'avance une idée exacte de la structure anatomique , et de la composition chimique des grains des céréales.

1350. La mouture , en effet , a pour but de séparer la farine de tous les corps , qui en altèrent la blancheur et la finesse. Pour arriver à ce résultat , il faut écraser le grain et le réduire en poudre , puis isoler , par le *tamisage* ou *blutage* , la farine à l'état de la plus grande pureté , vu que le pain est d'autant plus blanc , d'autant mieux levé , et partant d'une digestion d'autant plus facile , que la farine renferme moins de détritits étrangers à sa qualité. Nous avons vu (1228) , que la farine des céréales résidait pure et sans mélange dans le péricarpe , qui occupe presque toute la capacité du grain. Nous avons vu aussi que l'embryon et la portion corticale ou péricarpe n'en renferment pas un atome. Tout le secret de la mouture doit être d'attaquer ces trois ordres de substances , de manière que le tamis retienne les deux impures , et laisse passer l'autre dans son intégrité.

1351. Or si le grain est broyé d'une telle force que le péricarpe et l'embryon soient divisés en parcelles aussi menues , aussi microscopiques que les parcelles péricarpées , le tamis ne séparera rien , vu que ses mailles ne changeront pas de dimension avec la nature des substances , et qu'elles ne sont propres qu'à séparer des grandeurs. Le son passera alors avec la pure farine , de manière à ne pouvoir plus en être séparé. C'est pour cela qu'on a la précaution de tenir les meules écartées à une distance telle , que le grain crève pour ainsi dire en éclats , et ne soit pas pulvérisé en une fine poussière. De cette manière le

(\*) *Métrologie ancienne et moderne de Saigey*, pag. 78.

péricarpe se divise en larges fragments, et reste, en qualité de son, au-dessus du *blutoir*, à travers les mailles duquel passe la farine. Mais il est des grains, tels que l'orge (1316), que cette précaution ne préserve pas d'un tel accident. Leur péricarpe se pulvérise comme le péricarpe, par le choc seul des meules, et la farine en passe presque toute aussi bise que du son. Nous avons fait remarquer que cette différence d'effet tient à la différence du caractère botanique. Le grain de froment est, en effet, resté exposé à l'air et au soleil, hors de ses enveloppes. L'orge, au contraire, est intimement recouverte de ses paillettes, qui adhèrent à la surface externe du péricarpe, comme un péricarpe de surcrot. D'où il advient que, chez le blé, le péricarpe plus dur, et plus consistant, forme une unité plus distincte du péricarpe, que chez l'orge; et qu'il éclate par le choc en plus larges fragments.

1352. Si, dans la mouture du froment, l'on tient la *meule tournante* trop écartée de la *meule dormante*, on évite, il est vrai, la pulvérisation du péricarpe, mais on divise aussi le péricarpe en fragments très-gros, qui restent perdus et confondus avec le son sur le *bluteau*; on ne retire alors en farine qu'une quantité inférieure à celle que possédait le grain. Il a fallu bien des années, pour persuader aux consommateurs que ce son de rebut renfermait une bonne farine, qui, par un meilleur système, serait dans le cas d'être économisée. De là l'origine de la mouture économique, et de la fabrication des farines de *gruau* de *sassage*. L'étude anatomique de ce son, dès les premiers moments, aurait mis sur la voie du perfectionnement, et aurait porté la conviction dans les esprits les plus rebelles; on se serait assuré tout d'abord qu'à chaque parcelle de péricarpe, restait attachée une large plaque de la portion la plus externe et la plus dure du péricarpe, qui restait ainsi sur la toile, faute d'avoir été pulvérisée. Aujourd'hui l'on remet sous la meule cette masse de gruau, et l'on en retire, par une série assez nombreuse de tamisages à la main, vulgairement dits *sassages*, une farine supérieure du quart en valeur à la farine ordinaire. Le *blutage* mécanique ne saurait remplacer, dans cette opération, le *sassage* à la main; car il faut un certain tour de main et une certaine habitude, pour faire monter et tenir constamment à la surface, les petits fragments de son, qui passeraient avec la farine, si l'on n'imprimait pas au tamis un mouvement propre à les amener à la surface, par suite de leur légèreté spécifique.

1353. Le choc subi par le grain que meule tournante ne saurait s'effectuer, à ger de la chaleur; et ce dégagement sera plus considérable que les deux meules seront plus rapprochées, que la masse br plus épaisse et le frottement plus prolong un certain degré, cette élévation de température ne saurait manquer d'altérer la qualité de la farine; car le gluten se coagule, il devient perd son élasticité à la température de 100°; et à cela, qu'un frottement trop prolongé de deux surfaces hérissées d'aspérités siliceuses éventrer et déchirer un plus grand nombre de grains féculents. C'est là le double inconvénient qu'on est parvenu à éviter par l'introduction des *meules rayonnantes*, dites *meules à l'écureuil*.

1354. Les *meules* sont des pierres é taillées dans les meulrières siliceuses; les calcaires seraient trop tendres pour ce service, et la farine ne manquerait pas d'être brisée et craquante. L'une des deux, l'inférieure, tourne horizontalement et à demeure; l'autre, verticale, du même diamètre, tourne sur un axe parallèlement à celle-ci, à une distance qui peut diminuer ou augmenter à volonté. Les deux surfaces qui sont en présence étaient autrefois planes et lisses, on conçoit que le grain roulait sur elles sans se concasser, ou bien ne faisait que s'aplatir, sans se pulvériser; il passait ainsi dire au laminoir. De là la nécessité de piquer assez souvent au marteau, pour briser les aspérités, lorsque leur surface commençait à s'user au frottement. Ces aspérités, dans leur mouvement de rotation, l'office de petits marteaux, qui concassent d'un coup, et n'écrasent pas de leur poids; qui brisent et échauffent moins par le frottement que les grains une fois concassés, peuvent se débarrasser d'autant, en se logeant dans les intervalles du rayonnement des meules, en augmentant la violence du choc et la largeur des intervalles. Au lieu de diminuer le diamètre des meules, on a augmenté la vitesse, sans échauffer le grain; ajoutez à cet avantage, que par ces meules les grains étant concassés d'un coup, et le son se subdivise en plus larges fragments, et que partant la farine passe plus facilement au blutage. Ces meules se nomment *meules rayonnantes*, parce qu'elles diffèrent des meules ordinaires, qu'au lieu d'être *piquetées* au hasard, elles sont sillonnées de sillons qui rayonnent et s'écartent du centre à la circonférence; les rayons sont tous biseautés. Il est facile de concevoir



abiable, le grain est moins broyé  
fié par le frottement; que le son  
divérise pas, et qu'ainsi la farine,  
au moindre effort, passe à travers  
luteau, pure du son que l'autre  
rait en grande quantité, tout aussi

usine de Gaume, à Mouroux, près  
ous avons constaté, l'été de 1834,  
ure à l'anglaise, la farine arrive  
la recueille au sortir des meules,  
ure de 35° centigrades.

sture dite à l'anglaise l'emporte  
avantages importants, sur la mou-  
en ce que le son et l'embryon n'y  
érésés, mais concassés en larges  
ar conséquent il en passe moins  
, et en ce que la farine supporte  
de élévation de température; ce  
sairement une farine plus blanche  
corps (1318).

n'est pas là que la prévoyance de  
t arrêtée. Avant de perfectionner  
lait de toute raison de perfection-  
; car avant de réduire les céréales  
ut être sûr qu'il n'entrera dans la  
istance des céréales. Le *tarare* et  
produisent ce résultat à un degré  
lont le travail à la main n'aurait  
cher. Du falte de l'établissement,  
, sous le souffle d'un ventilateur à  
se au loin tout ce qui est plus lé-  
passe d'étage en étage, sur des  
lont les uns retiennent tout ce qui  
ie lui, et les autres laissent passer  
d'un plus petit diamètre, et qui  
mouvements de va-et-vient, ajou-  
puissance du choc, pour dépouiller  
ils qui adhèrent à la sommité de  
: toute la portion de l'épiderme qui  
Quand le grain est aussi peu mé-  
rait été trié à la main, et aussi lisse  
oulé, il est déversé, par une trémie,  
la meule tournante, qui, creusée  
onnoir, l'éparpille entre les deux  
crase en farine.

vident qu'à la suite de toutes ces  
a farine est *piquetée*, elle ne sau-  
par le son ou l'embryon. Si l'on  
ce que nous avons dit sur la struc-  
et surtout du grain de blé (1308),  
plus le grain tombera de haut, et  
impuretés dans sa chute, que plus

le ventilateur soufflera fort, moins avec le grain il  
passera de la poussière et des débris qui se sont  
détachés de sa surface; qu'enfin plus le frottement  
sera énergique, et plus le grain se dépouillera de  
tout ce qui est dans le cas de piqueter la farine.

1358. Mais alors toute l'attention du meunier  
devra se porter sur le moyen de séparer la partie  
corticale, le péricarpe (1302) en plus larges frag-  
ments, afin qu'il passe moins de son dans le *blu-*  
*tage* (\*). Outre les procédés de mouture qui favo-  
risent ce résultat, et dont nous avons parlé plus  
haut, on le réalise encore par une préparation fort  
usitée, surtout dans le midi de la France, et dont  
on s'était peu rendu raison jusqu'à ce jour. Les  
habitants du Midi ne jettent jamais le grain à la  
meule, sans l'avoir passé à l'eau, pour en enlever  
à l'écumoire tout ce qui surnage à la surface; les  
meuniers du pays ne voient pas d'autres effets  
dans cette opération; mais les meuniers du Nord  
se sont convaincus, par une observation mieux  
raisonnée, que ce lavage contribue à la blancheur  
de la farine; en voici la raison: Tout le monde  
sait qu'un tissu végétal se réduit d'autant plus fa-  
cilement en poussière, et en une poussière d'autant  
plus fine, qu'il a été soumis à une plus longue des-  
siccation. Le péricarpe des céréales donnera donc  
un son d'autant plus poudreux qu'il sera plus sec  
et la farine de froment pourrait paraître en cer-  
tains cas, par ce moyen, de la farine d'orge ordi-  
naire (1318). En imprégnant donc le péricarpe  
d'une quantité d'humidité telle que, sans en être  
ramolli, il en devienne plus consistant, il est évi-  
dent qu'il cassera sous la meule en plus larges  
plaques, que le *bluteau* retiendra de cette façon  
toutes ensemble au passage. Or un simple lavage  
ordinaire est dans le cas de communiquer cette  
qualité aux grains, et par conséquent la farine  
doit résulter plus blanche de cette opération pré-  
paratoire. Quelques meuniers des environs de la  
capitale exposent leurs grains à la vapeur d'eau,  
ce qui doit contribuer à rendre l'imprégnation  
plus prompte et plus énergique.

1359. En résumé, nettoyer les grains de tout ce  
qui se trouve mélangé à eux, ou de tout ce qui  
adhère à leur surface; les soumettre à un système  
de meules qui pulvérisent d'un choc la farine et  
brisent en éclats le péricarpe et l'embryon; *bluter*  
de manière que la farine seule passe à travers les  
mailles de l'*étamine*; c'est là le canevas de cette

(\*) Le *bluteau* est un tamis cylindrique, dont la toile aug-  
mente de finesse, à mesure qu'on se propose d'obtenir une farine  
plus pure de son.

longue série d'opérations, que l'on désigne sous le nom de *mouture*.

1360. **MOUTURE PAR LE PERLAGE.** — Depuis la publication de mon travail sur l'*hordéine* (\*), j'avais soupçonné qu'il serait possible de ramener la série de ces procédés si ingénieusement compliqués, à une formule pratique beaucoup plus simple, et d'obtenir ainsi, à moins de frais, une farine de plus belle qualité; et cette opinion était fondée sur ce que m'avait appris le *perlage* de l'orge (1317). En effet, la farine d'orge ordinaire est presque inséparable du son, elle en est bise, tant le péricarpe s'est brisé en fragments microscopiques. La farine que j'obtenais au contraire avec l'*orge perlé*, est aussi blanche que la plus belle farine de *gruau de sassage*. Or, le *perlage* de l'orge dépouille le péricarpe de tout l'embryon, et de toute la surface corticale, de tout le péricarpe enfin, à l'exception d'une faible fraction de la nervure, qui est logée dans la rainure du grain, nervure qui sous la meule se détache d'un bloc, et partant ne passe pas avec la fine farine. En soumettant préalablement au *perlage* le blé, au lieu de l'orge, on obtiendrait donc d'un seul coup par la mouture, une farine bien plus pure que les procédés les plus riches ne seraient dans le cas de nous la donner; car la meule n'aurait plus rien à écraser qui ne fût de la fine farine, puisqu'elle n'aurait à écraser que le péricarpe du grain.

1361. Le *perlage* de l'orge s'opère au moyen de petites meules horizontales de grès ou de bois, ayant environ 18 pouces de diamètre, 4 pouces d'épaisseur, et tournant sur leur axe 400 fois par minute. Chacune d'elles est enveloppée d'une chemise de tôle qui est criblée de trous comme une râpe, les bavures des trous tournées en dedans; il existe, entre les côtés de la meule et ceux de la tôle, un intervalle d'un demi-pouce environ. Au sortir du *larare*, les grains d'orge tombent par une trémie, sur la surface supérieure de la meule, qui, en vertu de son mouvement de rotation, les lance vers la circonférence, où ils sont usés alternativement contre les surfaces verticales de la meule et de la tôle; ils se *perlent* et s'arrondissent ainsi en boules, comme le font les billes de marbre. Le déchet s'échappe en dehors, et quand on voit que les grains sont assez usés et n'offrent qu'une surface blanche sur toute leur périphérie, on les fait sortir par une soupape, pour les remplacer par une nouvelle quantité d'orge non perlé.

1362. On serait porté à croire qu'un fr aussi rapide dégage une chaleur considérable qui serait dans le cas d'altérer la qualité. Cependant, ainsi que nous l'avons constaté dans l'usine de *perlage d'orge* de Pepin et Lagny, en 1834, le thermomètre plongé dans de perles, au sortir de la soupape, dépassait 33° centig., température inférieure encore que nous avons constatée sur la farine, de la *meule à l'anglaise* (1354). L'orge se verse dans le commerce comme méteil. Mais en le réduisant en farine, on distille difficilement celle-ci de la plus belle farine; on ne s'en apercevrait qu'au pétrissage; le gluten de l'orge n'étant nullement ductile et susceptible de malaxation; et nous ne serions guère enclin à croire que la fraude se soit emparée de ces premières révélations, pour remplacer, par la sophistication des farines, la féculé de terre qui vaut 24 fr. les 100 kilogr., par l'orge perlé, grain dont le prix s'élèverait à 18 fr.

1363. Quoi qu'il en soit, en soumettant l'opération du *perlage*, la mouture des blés de luxe présenterait encore un large bénéfice, alors qu'on ne pousserait pas le *perlage* à un degré de perfection aussi élevé; et l'on obtiendrait en trois opérations une farine, qui rivaliserait avec la plus belle de celles que l'on fabrique par le *sassage* à la main; ces trois opérations sont le *perler*, le *moudre* et le *bluter*, sauf à passer les gruaux sous la meule, pour les réduire en fine farine. Ici le *larare* serait inutile, le *perlage*, en enlevant le plus, enlèverait par une forte raison le moins, et qu'en plaçant sous la soupape un crible d'une certaine structure, ayant acquis un égal diamètre, s'opérerait la séparation de tout ce qui ne serait pas de la farine; les visions se sont amplement réalisées par les expériences que nous entreprîmes, en 1834, dans l'usine de Lagny; dès les premiers blutages, les meuniers avouèrent n'avoir jamais vu de farine d'une plus belle qualité; les boulangers ne purent pas en faire pour une farine de *gruau de sassage*, couvrirent pas la moindre différence, le nez sous les yeux. Cette farine n'aurait pas été obtenue par des procédés plus délicats que ceux de la *mouture à la grosse* ou *bourgeoise*; elle avait été blutée assez finement.

1364. Il est vrai que le grain ne se perd pas en défilant d'une portion de sa substance; mais cette portion est d'autant plus considéra-

(\*) *Mém. du Mus. d'hist. nat.*, tom XVI, 1827.

à perler en boules sphériques. Sous volume, notre *blé perlé* était au blé rapport de 10 : 12, c'est-à-dire que du, en se perlant, environ  $\frac{1}{6}$  de son l avait augmenté en poids dans la 1,6 : 10, en sorte que l'hectolitre du l pesé 78 kilogr., celui du blé entier logr. Ce qui se conçoit, puisque le ouille des poils de l'épiderme et du l'en l'arrondissant il occasionne de valles entre les grains (1546). La on le voit, n'était pas si grande, ait prise qu'aux dépens de l'embryon i corticale, qui forment le son dans ais il ne serait pas nécessaire de destiné à la farine, aussi fort que à être versée, sous la forme de bou dans le commerce des drogues ; et erait pas moins belle, alors que la n n'en serait usée que par compar- est certain que le perlage aurait : tout, toutes les portions du pé- ibles de s'émietter d'une manière un l'oû il arriverait que toutes les por- rpe qui auraient résisté aux aspéri- : , éclateraient en larges fragments tournante, et resteraient partant au *blutage*.

our atteindre ce premier degré de erait pas besoin d'un appareil par- à perler ; il suffirait d'écarter la e ordinaire, assez pour que le grain oulé sur lui-même, et usé à la sur- l'être écrasé ; on vannerait ensuite nt de les remettre à la meule. Au erait au même résultat, en faisant té du grain, les bavures des trous ble, et en projetant fortement et de is sur cette surface raboteuse, de grain sortit à demi écorcé de cette entilateur le délivrerait de la pous- et des balles qui peuvent l'accom-

EAU PROCÉDÉ DE MOUTURE. — Enfin, continuait à offrir dans la pratique l'économie, qu'indique la théorie, ons constatée par l'expérience, nous ne modification, qui réduirait les s opérations à la moindre échelle

possible. Les meules seraient supprimées d'un seul coup. Soit, en effet, un cylindre oblique sur son axe, en tôle criblée de trous à bavures tournées en dedans, et recevant par une de ses extrémités le grain vanné, qu'il pourrait rendre par l'ouverture de l'extrémité opposée. Que ce cylindre tourne dans un *bluteau* cylindrique, destiné à recevoir le son, à mesure qu'il tombe des trous du cylindre *décorticateur*, et qui, après en avoir séparé la farine par le tamisage, le rejette au dehors. Si l'on imprime un rapide mouvement de rotation au cylindre *décorticateur*, les grains lancés de parois en parois, ne manqueront pas de s'user à la surface, et de se défaire subitement de tout leur embryon, et plus ou moins lentement de toute leur portion corticale. Lorsqu'on jugera que cet effet est produit, qu'on permette au grain de couler de ce cylindre dans un second de même structure et obéissant au même mouvement, également revêtu comme d'une chemise par un *bluteau* à mailles fines. Ici le grain ne se décortiquera plus de son péricarpe et de son embryon, mais bien de la couche la plus externe de son périsperme, puis après celle-ci de la couche suivante, puis après celle-ci de la suivante, et ainsi de suite, jusqu'à ce que les dents de cette râpe ne trouvent plus à mordre sur les petits grumeaux, qui passeront à travers les trous, et iront s'arrêter sur l'étamine du bluteau, lequel les rejettera en *gruaux* au dehors, comme le premier bluteau avait rejeté le son. Afin de réduire ces gruaux en farine, on les soumettra à une meule conique tournant sur son axe horizontalement, à la circonférence d'une meule dormante, c'est-à-dire qu'on les concassera, au lieu de les moudre ; ce qui suffira pour les réduire en farine sans trop les échauffer, à moins qu'on ne désire les conserver sous cette forme, pour semoule. Le cylindre *pulvérisateur*, si je puis le désigner de la sorte, pourra être garni à l'intérieur d'aspérités plus nombreuses et plus dentées, que ne le seraient les bavures des trous du cylindre *décorticateur*. Ce serait à l'expérience directe éclairée par l'observation physiologique, à indiquer toutes les modifications accessoires ; mais on comprendra facilement que le second cylindre ne donnerait que de la farine pure de son, et que le premier donnerait déjà une farine fine, outre le son ; quant à nous, c'est le système de mouture que nous adopterions hardiment et sans aucune crainte, si nous avions à nous occuper de cette fabrication, qui aujourd'hui s'est compliquée d'une manière si ingénieuse, mais qui cependant laisse encore tant à désirer.

1367. Il y a quelques années, on annonça dans

les journaux, un nouveau système de mouture, fondé sur la verticalité de la roue tournante, c'est-à-dire que le grain s'y serait moulu au passage et en tombant, comme dans nos petits moulins à café. Je ne sais pas si l'on a réalisé en grand cette idée; mais elle nous paraît inexacte, en ce que bien des grains ou de grosses fractions de grains auraient passé sans mouture, en obéissant à leur propre poids, et que si, pour les empêcher de tomber, on avait un peu trop rapproché la roue des parois *dormantes*, on aurait nécessairement moulu le son aussi fin que la farine. Nous avons perdu de vue l'issue de ces premiers essais.

**1368. PERLAGE DES GRAINS AVARIÉS.**—Quoi qu'il en soit, et en nous servant des appareils actuels de perlage, il est une circonstance grave, où ce procédé est dans le cas de rendre un éminent service au commerce du blé; c'est lorsque la cargaison est tombée à l'eau et y a séjourné assez pour germer, ou bien lorsque les *gerbiers* ont été exposés à une température trop longtemps humide, qui en a fait germer les grains dans l'épi. Ces sortes de grains ainsi avariés ne servent jamais plus à faire de la farine. On les consacre exclusivement à la fabrication de la bière ou de l'amidon. Mais ces grains ne donnent pas une bière aussi estimée que celle de l'orge, et leur conversion en amidon est déjà un déchet. Au moyen du perlage, on pourra en retirer presque la même quantité de farine que des grains non avariés. En voici la raison : L'embryon, ainsi que nous l'avons déjà fait observer (1300), se trouve chez les céréales, plaqué à la base du péricarpe, et débordé au dehors par une hernie, qui permet au moindre choc de l'en détacher. Lorsqu'il est soumis à des circonstances favorables, la plumule et la radicule sortent de ce point à l'opposé l'une de l'autre; mais l'anatomie chimique indique que la couche du péricarpe seule, contre laquelle l'embryon est adossé, a été décomposée par l'élaboration de la germination; là tous les grains de fécule ont éclaté (886) et leurs téguments nagent dans un liquide laiteux et imprégné d'acide acétique (978). Si la germination continue, ce genre d'élaboration, cette fermentation acide et nutritive gagne de proche en proche le péricarpe, et décompose de proche en proche l'amidon. Ainsi, dans les premiers instants de la germination, la perte n'est pas encore fort grande; tout est sain dans la graine, à l'exception de la couche qui recouvre le cotylédon, et de l'embryon qui a perdu, dès ce moment, son goût de noisette, pour prendre un goût d'amertume, un goût nau-

séabond qui ne manquerait pas d'être qu'on recherche dans la farine; ce qui dans l'ancien système, ces grains en perdition étaient jugés perdus pour la mouture, il n'en sera pas ainsi, en adoptant le *perlage*. En effet, qu'on se hâte de grains de l'eau et de les exposer à l'air sec, au grand jour et à la lumière qui favorise la germination; qu'on les étende, en la plus mince épaisseur sur la surface du sol d'un séchoir ou d'une étuve; quand ils auront repris leur première couleur et que le germe se sera desséché, qu'on les passe dans la trémie des meules à perler; si on agit de là, une fois que le premier choc en a détaché l'embryon, la farine qu'on en obtient par l'une ou l'autre mouture, sera d'aussi bonne qualité que toute autre farine de ce genre, et pourvu qu'on ait la précaution d'enlever soigneusement, par le vannage ou le tarare, la paille formée par le germe desséché.

**1369. PRODUITS DE LA MOUTURE.**—Par le *perlage* on ne retirerait qu'une seule qualité et une seule qualité de farine, qui serait aux premières qualités ordinaires. En effet, par le *perlage* on attaquerait le son à part la suite le péricarpe dépouillé de son, et ne pouvant plus donner que de la farine sans aucune trace de son. Il n'en est pas de même dans les autres systèmes de mouture. Les fragments de péricarpe ou ceux du péricarpe et de l'embryon, se trouvant pêle-mêle et confondus avec la farine à chaque opération, il est évident qu'on n'aurait jamais obtenu l'un tout à fait séparé de l'autre; aussi remarque-t-on que dans les opérations sont nombreuses, plus la quantité de farine augmentent en nombre à leur tour, le déchet augmente en proportion de la quantité de farine. Par exemple, le déchet dans certains pays, de  $1\frac{1}{2}$  pour 100 pour la mouture brute ou à la grosse, de 2 pour la mouture bourgeoise, et de trois pour la mouture économique, la plus parfaite. Il est, pour le seigle, de 2 pour le premier cas, de  $2\frac{1}{2}$  dans le second, de 3 pour 100 dans le troisième. Dans d'autres pays, il va jusqu'à 4 pour 100.

**1370.** Le déchet provient en effet de la farine qui s'attache aux surfaces, de celle qui reste sur le sol, et surtout de la partie la plus fine de la farine, que sa grande ténuité fait mé-

e à la moindre secousse, et qui se perd se que les meuniers désignent sous le *oration*, synonyme de ce que nous é *suspension* (27). Or la quantité de ration; doit varier nécessairement, usine est plus ou moins bien tenue, et reils ferment plus ou moins bien. Nous até qu'une simple mouture du blé, à ulin à café ordinaire, lui fait perdre r 0/0 en poids.

ant aux produits, ils varient selon le outure. Ici par la mouture économi-

fournira, par hectolitre du poids (1347), 45 à 50 kil. de farine de pre- é; 5 à 7 kil. de farine de deuxième 6 kil. de farine de troisième qualité; renfermant plus de son que la deuxième, erme plus que la première; en sorte 25 kil. restant se retrouveraient dans s recoupettes. Là l'hectolitre de fro- ids de 81 kil. donne : 36 kil., de farine e de blé; — 11,5 kil. de farine dite : *gruau* (1352); — 6,5 kil. de farine e gruau; — 5 kil. de farine bise et : gruau; — 2 kil. de farine bise aussi; le gros son; — 5,5 kil. de petit son; e recoupe et recoupette; — 2 kil. de al 81 kil.

un hectolitre de seigle du poids de 70 par la mouture économique : de 35 farine première qualité; — 7 à 10 kil. uxième qualité; — et le reste en issues. litre de seigle, du poids de 74 kil., il. de farine d'une seule nature; — son et recoupe; — et 2,5 kil. de dé- 74 kil.

re d'orge, du poids de 62 kil., donne iture économique, 45 kil. de farine nature; — 15 de son et recoupe; et 2 total 62 kil.

dans toute cette série de produits, mélange de la farine avec une plus ible quantité de la portion corticale aire du grain (\*), il est évident qu'en n seul coup cette écorce, on obtien- ine un seul et unique produit de la ualité possible; c'est-à-dire unique- sé, en fait de substances insolubles, de gluten; ce serait la farine la plus pour la panification, opération que la s provenant de la mouture renferment toutes antité d'amidon, qu'on pourrait recueillir avec océdé de l'amidonniér (1074).

présence du son allère, en proportion de la quan- tité du mélange.

### 5° Panification.

1374. Nous n'avons pas à nous occuper, en cet endroit, des propriétés nutritives des diverses espèces de farine; ce sujet se rattache de trop près à celui de la digestion; nous y reviendrons, en traitant de ce phénomène. Nous parlerons seu- lement des qualités physiques que les diverses espèces de farine sont dans le cas de communi- quer à la panification.

1375. La PANIFICATION est une opération dont on connaît fort bien le mécanisme, mais dont on ignore les phénomènes intimes. De tout temps on a reconnu que c'est sous cette forme que les céréales profitent le mieux à l'alimenta- tion des hommes; et l'expression *manquer de pain*, a été, de temps immémorial, comme au- jourd'hui, l'expression la plus caractéristique du dénûment et de la misère. Les anciens étaient aussi friands de beau pain, que nous le sommes nous-mêmes; et ils recherchaient les pains faits avec leur *far*, avec autant de soin que nous re- cherchons nos pains de gruau (1352). On serait pourtant tenté de révoquer en doute cette opinion que nous puisons dans leurs livres, en exa- minant les pains qui se rencontrent si fré- quemment dans les tombeaux égyptiens; en effet, ce sont, au moins ceux que l'obligeance de Du- bois (1035) nous a mis à même d'examiner de plus près, ce sont des galettes triangulaires de près de dix centimètres de côté, et de deux centim. d'épaisseur, plates et d'une pâte compacte et non levée. Leurs cassures n'offrent aucune de ces grandes cellules qui caractérisent nos beaux pains. Il y a plus, c'est que la pâte en a été pé- trie avec une farine plutôt concassée que moulue, et dans laquelle se trouvaient, outre le son, les balles entières de la fleur; aussi l'aspect des miettes est-il aussi résineux, aussi rougeâtre que celui de la croûte. Mais n'oublions pas que ces pains, destinés à être déposés dans le séjour des morts, n'avaient nul besoin d'être aussi beaux que ceux qui servaient aux vivants; qu'ils étaient là en guise d'offrande et non de provision, et que peut-être une des qualités exigées par le rit mortuaire, était qu'ils n'eussent rien de ce qui fait le mérite des pains de consommation. Dans ce pays de haute civilisation, le premier des arts n'était pas resté en arrière, quand tous les autres avaient fait tant de progrès; et les hom- mes d'alors avaient trop de nos goûts actuels,



dans tout le reste de leurs habitudes, pour n'avoir pas le goût du bon pain. Les hommes qui vannaient leurs grains après la récolte, ont dû de toute nécessité tamiser la farine, après l'avoir broyée sous la meule; quand on raffine les mets de la table, on commence par ne pas se servir de pain grossièrement pétri; or il n'est pas un homme constitué comme nous le sommes, qui pût digérer le pain que nous trouvons encore intact à côté de leurs morts. Ainsi, les Égyptiens, les Hébreux mangeaient, de temps immémorial, le pain aussi blanc que les Romains eux-mêmes, chez qui les boulangers (*pistores*) étaient en si grande faveur; ce qui nous reste de leur histoire en fait foi. Ils n'ignoraient aucune des circonstances de la panification; et, sous ce rapport, il est certain que l'art et la science n'ont pas fait le moindre progrès depuis. Ils établissaient une grande différence hygiénique entre le pain levé et le pain sans levain ou azyme; ce dernier était le pain du printemps, le pain de la pâque, le pain de la diète; l'autre était celui du travail et de la forte nutrition; le premier était d'une forme arrondie et d'une structure crevassée, d'une consistance tendre et friable; l'autre, blanc comme la neige, était plat comme du gros carton, et dur comme du biscuit de mer (\*). Ils savaient par l'expérience que le plus beau pain provient de la plus belle farine, et que la seule qui mérite ce titre est la farine de pur froment; il ne leur était point venu dans la pensée, que l'art des mélanges et des falsifications pût jamais lutter de puissance avec la culture, et qu'on parvint jamais, par la combinaison de deux ou trois denrées d'inférieure qualité, à obtenir un produit d'une qualité supérieure; cette prétention d'économie transcendante est d'une origine plus moderne; elle est toute jeune pour nous. C'est à la haute chimie de nos temps académiques qu'il appartenait de raisonner ainsi qu'il suit: « Nous n'avons pas assez de froment, afin d'en fabriquer du pain pour tout le monde; demandons à la science de nous donner ce que la culture nous refuse. Puisque le pur froment fournit un beau pain, lorsque nous l'aurons rendu impur, en le mêlant à du seigle, à de l'orge ou à de la fécule, il est évident que nous obtiendrons un pain sinon aussi beau à l'œil, du moins aussi bon à l'estomac, et surtout moins cher que l'autre. » Et sur ce raisonnement singulier, on a bâti système

sur système, manipulation sur manipulation comme c'est l'ordinaire, on a toujours eu des dupes, pour payer un brevet d'invention. Nous avons eu, pour notre compte, l'occasion de goûter à sept ou huit pains de ces fabriques, et n'en déplaise à l'engouement des journaux d'alors, notre gosier n'y a trouvé des fraudes et non des améliorations. Dites garde! le pain des cachots nous paraît biscuit, en comparaison de ces produits des panetiers de la nouvelle terre promise. On ne craint pas de fournir au peuple, qui de longue date connaît si bien en beau et bon pain. Le système scientifique du *Réformateur* mit fin à ces tripotages, qui, nous l'espérons pour l'honneur de la science, ne se représenteront plus. On est convenu, depuis, de regarder comme un axiome, qu'on n'améliore pas, en combinant une bonne chose avec une pire; qu'on ne fait que détériorer ce qui est bon; que l'économie publique ne doit pas viser à trouver, dans la nature, quelque chose de plus nourissant que ce qui existe dans la nature; qu'il n'est plus permis de chercher à remplacer le froment, que la nature a perfectionné de pair avec la civilisation; mais on obtient, de la culture, autant que le demandent les besoins de la population. Le problème à résoudre n'est que là; partout ailleurs se tiennent l'absurde et le charlatanisme. Tant que la science ne saura pas nous dire en quoi consiste le mécanisme de la panification, elle s'expose à de grands mécomptes, toutes les fois qu'elle d'en modifier *a priori* les éléments. Nous abordons la question, sous le point de vue théorique en nous occupant spécialement de la digestion.

1376. La farine, qui donne le pain le plus agréable à la digestion de l'homme civilisé, est celle dont l'amidon forme les trois quarts et le gluten le cinquième. Si l'amidon était abondant, le pain en serait moins nutritif; si le gluten était trop abondant, il rendrait le pain indigeste; il serait nécessaire d'en annuler l'excès; et c'est peut-être dans ce but que les anciens habitants des bords de la Méditerranée, dont les céréales étaient si riches en gluten, avaient la précaution d'en soumettre les grains au feu, avant de les jeter sous la meule: *Et parant et frangere saxo*. Enfin la précaution, par la résine de son péricarpe, et la conservation de l'embryon, par l'huile essentielle de sa

(\*) La tradition des juifs, qui, comme on sait, ne déroge jamais, a conservé le pain de la pâque avec toutes ses qualités

primitives. Les juifs du Midi le désignent vulgairement sous le nom de *caoudou* ou *tsuoudou*.

n'est propre qu'à paralyser d'autant la  
e de la fermentation panaire. Mais les con-  
s que réclame ce genre de fermentation ne  
uvent pas toutes dans la farine obtenue à ce  
de pureté; il faut reproduire artificielle-  
l'impulsion, si je puis m'exprimer ainsi,  
dans le sein de la graine intègre, la farine  
de la germination de l'embryon. Or nous  
reconnu (978) que la germination se décèle  
acidité du péricarpe; et, d'un autre côté,  
it, depuis Kirchoff, que l'acidité a pour effet  
dial de saccharifier la fécule (976); c'est à  
ix que la farine du péricarpe profite à la  
tion de l'embryon, ce n'est qu'au même prix  
le peut profiter à la nutrition de l'homme.  
une fois réduit en farine, l'embryon n'est  
là, pour imprimer cette impulsion aux élé-  
s désagrégés du péricarpe; on y supplée,  
élangant la pâte avec une certaine quantité  
pain, et dans le nord de la France avec de la  
re de bière, dans la proportion de 34 déca-  
mes par sac de farine de 160 kil.

**77. PÉTRISSAGE DANS PARIS ET LES ENVIRONS.**—  
un sac pesant 160 kilog., on prend 8 kilog. de  
la de chef, destiné à faire les levains de la  
on du lendemain, en deux fournées. A cinq  
es du soir, on délaye ce levain dans six litres  
chaude, avec une quantité suffisante de farine,  
en former une pâte, que l'on travaille avec  
, et qu'on abandonne à la fermentation sac-  
ine (976), dans le pétrin jusqu'à dix heures;  
lit alors que la pâte lève, car les gaz qui se  
gent distendent la pâte en cellules, et en aug-  
tent le volume. On reprend alors de nouveau  
pâte, et on la délaye dans douze litres d'eau,  
une quantité de farine suffisante, pour en  
ier une nouvelle masse d'une consistance un  
ferme, qu'on laisse lever jusqu'au lendemain  
in quatre heures. Ce levain, qui fait la moitié  
pâte en été, et un tiers en sus en hiver, est,  
ce moment, délayé avec soin dans une partie  
eau destinée au pétrissage; on ajoute alors le  
de cette eau avec 5 hectogr. de sel, et on y  
lit la quantité de farine nécessaire à la pre-  
re fournée. Une fois le pétrissage terminé, on  
etire 40 kilog. environ pour la seconde four-  
et on laisse reposer vingt minutes; on la di-

viser, pour lui donner la forme de pains, que l'on  
dispose à Paris, au moins les grands, dans tout  
autant de paniers garnis d'une toile et saupou-  
drés de son, et ailleurs sur une planche saupou-  
drée de son; on les recouvre d'une toile; on les y  
laisse pendant deux heures; on les met ensuite au  
four, qu'on a eu la précaution de chauffer pen-  
dant une heure et demie, au moyen de près d'un  
stère de bois blanc, et qu'on a nettoyé ensuite.  
La cuisson est terminée, pour les petits pains, au  
bout de 30 à 40 minutes, et pour les grands au  
bout d'une heure un quart. On passe ensuite aux  
autres fournées.

1378. Dans les boulangeries de Paris, outre la  
surveillance active du bourgeois, cette fabrication  
exige le concours de trois hommes: du geindre (\*),  
chargé de pétrir à la main, et de deux aides.  
Quand la pâte est prête, un ouvrier pèse le pâton,  
c'est-à-dire la quantité désignée pour faire un pain,  
et le lance à son camarade, qui le *tourne*, c'est-à-  
dire donne au pâton la forme de pain; puis,  
après un certain intervalle de temps, un autre  
enfourne, après avoir nettoyé le four de sa cen-  
dre et du charbon, qu'on étouffe dans un grand  
vase en tôle, fermé hermétiquement d'un couver-  
cle de même métal; ce charbon est revendu pour  
la consommation, en qualité de *braise* (\*\*).

1379. Dans toutes les opérations précédentes,  
l'habitude décide de tout et forme toute l'habileté  
de l'ouvrier; la science jusqu'à ce jour n'a rien pu  
préciser; et, en fait de panification et de fermenta-  
tion panaire, le plus habile chimiste manipula-  
teur est encore le *geindre*. Cependant, en con-  
frontant la marche de ces divers procédés avec les  
diverses données de la théorie, il est permis d'en-  
trevoir qu'un jour tout ne sera pas mystère, dans  
la panification, pour la nouvelle méthode. Es-  
sayons de discuter le série de ces opérations.

1380. ESSAI THÉORIQUE. — Le but principal de  
ces opérations est de faire servir, à la nutrition  
de l'homme, le péricarpe que, dans la graine  
intègre, la germination sacrifie peu à peu à la nu-  
trition, c'est-à-dire au développement de l'em-  
bryon. Pour cela, il faut mettre ce péricarpe en  
contact avec les parois absorbantes de l'estomac,  
d'une manière aussi immédiate qu'il l'est avec la  
paroi absorbante et cotylédonnaire de l'embryon;  
et par conséquent il est nécessaire de le dépouiller

De *geindre* (*gemiscere*), expression qui désigne le genre  
lement plaintif, par lequel le garçon boulanger, chargé  
trissage, marque la mesure de ses mouvements, et soulage  
mouvements comprimés.

\*) La *braise*, à Paris, est le charbon des petits ménages et

la providence des repas improvisés; la vente dédommage le  
boulauger de la dépense du combustible, qui, de 7 fr. par jour  
se réduit, d'après les boulangers, à 3 fr., et d'après l'adminis-  
tration, à une balance à peu près exacte.

de la partie corticale qui l'enveloppe, et de l'isoler de ses débris, dont la présence ne serait plus qu'un lest inutile. La mouture perfectionnée fournit ce résultat (1356) ; le plus haut degré où elle puisse prétendre d'arriver, c'est d'isoler, en dernière analyse, tout le péricarpe, et rien que le péricarpe.

1381. Sans aucun doute, l'animal sauvage trouverait amplement de quoi flatter son palais et satisfaire son estomac, avec cette belle farine prise sans autre préparation ; et la fermentation digestive s'établirait assez vite, sous cette forme, dans ce puissant organe. Mais l'estomac de l'homme civilisé a d'autres exigences ; et l'industrie, pour lui, doit venir à l'aide de la nature, et lui rendre, après la mouture, le lait végétal de la germination. Or, comme l'embryon n'est plus là pour imprimer au péricarpe cette impulsion nutritive, on a eu recours au levain. Si le levain est acide, il activera la fermentation acide du reste de la masse. Mais toute fermentation exige le concours de l'air et de l'eau. De là le pétrissage, qui marie l'air et l'eau aux plus petites molécules de la pâte, et porte le germe de la fermentation jusqu'au sein, pour ainsi dire, des atomes, emprisonnés dans les mailles factices du gluten (1242). La chaleur qui se dégage distend les téguments (901), et les rend perméables à la *substance soluble*, qui se mêle à l'eau à son tour. L'acidité réagit sur cette fécule ainsi préparée, et la convertit en sucre (976), lequel sucre réagit à son tour sur le gluten, pour le convertir en alcool, qui convertit le gluten restant en acide acétique. Et pendant toutes ces transformations, qui s'engendrent les unes les autres, il se dégage du gaz acide carbonique et de l'hydrogène, qui d'abord boursoufflent la pâte, la divisent en cellules cloisonnées, distendent celles-ci par la chaleur du four, rendent ainsi la masse plus perméable à l'action de la cuisson, et l'imprègnent de leur propre substance, d'une manière favorable à la digestion stomacale. La cuisson fait à son tour éclater une nouvelle quantité de grains d'amidon (901), et achève d'imprimer par là à tout ce qui était insoluble, les propriétés que notre organisation exige des substances alimentaires : le pain est achevé. Il offre alors un mélange heureux de gluten non malaxable et qui n'est plus susceptible de se boursoufler, d'amidon converti en empois, de sucre, d'huile et de gomme, le tout préservé contre la fermentation putride, par un commencement d'acidité alcoolique. Le mécanisme de la mouture et celui de la cuisson s'expliquent aisément, comme on le voit : c'est au pétrissage que se trouve le mystère ;

c'est là qu'on s'arrête et qu'on reprend en l'air ; c'est là qu'on observe les heures, comme dans la culture on observe les saisons ; car là, la masse fermente pour désorganiser, comme ici elle fermente pour organiser. Le mystère de la germination de la graine occupe toute la capacité du pétrin ; celui qui l'expliquera dans l'une de ces deux circonstances, l'aura expliqué dans l'autre ; il aura en même temps expliqué la digestion dont la panification ne semble que le prélude ; si j'ose m'exprimer ainsi, le dégrossissement.

1382. Remarquez que la série des opérations du pétrissage exige autant l'influence des températures que la germination elle-même (\*) ; l'une est, au même titre que l'autre, un mystère nocturne, que le moindre rayon de lumière détournerait autant de sa voie que le moindre rayon de froid ; circonstance essentielle que ne devront jamais perdre de vue ceux qui proposeront d'apporter, au perfectionnement de cet art, un esprit d'innovation.

1383. PÊTRAINS MÉCANIQUES. — Dans une question encore mystérieuse, nulle circonstance de la technique qui réussit ne doit être indifférente aux yeux de la science qui doute ; ne soyons pas trop hâtes dans les réformes de la pratique, alors que nous sommes si timides dans la théorie. Cette objection s'applique surtout au mode de pétrissage. Nous avons fait remarquer (1242) que le gluten s'agglutine mieux par certains procédés de la technique que par d'autres ; qu'il en échappe un peu entre les doigts qui le pressent et le foulent, qu'il traverse les mailles du tamis, sur lequel on l'étend et l'étend ; qu'enfin il forme une masse plus consistante, lorsqu'on ne cesse, en le malaxant, de le presser et de le comprimer. Si l'on veut former le tissu glutineux, il faut, après l'avoir déchiré pour en rafraîchir les bords, remettre les bords en présence pour les ressouder. Or, ces mouvements musculaires sont encore, jusqu'à ce jour, ceux qui conviennent le mieux à cette formation native de tractions et de compressions, que désigne, sous le nom de *pétrissage* ; et la mécanique, jusqu'à ce jour, est encore le pétrissage (1378), qui saisit à deux mains la masse, la lance de tout son poids sur le fond du pétrin, la pétrit du poing et la foule avec les pieds ; déchire en lambeaux, la réunit en masse, qu'elle ouvre enfin par la division, les dernières lamelles à l'eau et à l'air qu'il y emprisonne sans re-

(\*) Nouv. syst. de physiologie végét. et de bot., § 1489.

stant la pâte ; athlète vigoureux , mais , dont l'œil dirige les efforts et varie les nts , selon la circonstance fugitive du Les premiers pétrins mécaniques , que struits à Paris , n'avaient certainement ngus sous l'influence de ces considéra- auteurs ne paraissaient avoir eu d'au- ie de déchirer et d'agiter la pâte , qui t , en lambeaux , aux volants du moteur , ait de même ; aussi le pain qui s'ensui- es choses égales d'ailleurs , sortait-il tou- our , sous un aspect de mauvais augure. çut plus tard de ce vice de manipulation, ercha à en modeler le mécanisme sur étrissage à la main ; c'était là un pre- vers le perfectionnement ; mais le second ire , et nous attendons encore un Vau- ui nous fabrique un *geindre* mécanique, rce , la souplesse , la variété des mouve- geindre animé , moins l'intelligence du il , auquel on suppléera par la mani-

**Vous demandons une certaine indulgence du genre de réflexion qui va suivre ; car nous croyons pas devoir la retrancher. Il nous n'a part le mécanisme, le *pétrissage* à la porte sur l'autre, en ce qu'il ajoute, à l'enceinte, des principes animalisés, qui ne manquent de profiter à la fermentation. Cette position serait dans le cas de blesser la sensibilité des gourmets et des économistes de la cuisine. Mais heureusement que la chimie ne pose pas une catégorie de substances dégoûtantes, dans ses combinaisons, tout s'utilise pour la cuisine.**

**Or il est incontestable que les mains du boulanger ne sauraient manier une fois la pâte sans se couvrir de sueur ; nous avons tracé plus haut les différences que le gluten puise dans le blé ; chacun a dû observer que les mains du boulanger, lavées préalablement, ne laissent pas de contracter, au pétrissage, un aspect plus rougeâtre, par une déperdition nouvelle de sels ; la moindre expérience enfin suffit à rendre à chacun de nous que la main la plus propre, après un instant d'agitation, ne peut s'appliquer sur un linge ou un papier, sans laisser une trace au moins superficielle de son passage ; jugez de la quantité de sueur que**

civilisation, qui ne marche que les mains sur les  
aurait horreur de porter un morceau à la bouche,  
le malheur de voir comment on le coupe, ou com-  
prépare; la civilisation se rend justice; elle a hor-

le *geindre* vigoureux et haletant doit déposer, à chaque effort, dans la pâte qu'il refoule (\*)! Si cela est un fait et qu'on ne puisse le nier, il faut chercher à l'évaluer. Or il est impossible que cette quantité de substance animalisée reste inactive au foyer d'une si active fermentation; si elle ne l'altère ni ne la ralentit, il faut qu'elle lui profite, il faut qu'elle ajoute au gluten quelque chose qui en augmente l'élasticité ou la souplesse, et aux éléments fermentescibles un nouveau germe de fermentation. Or le *pétrin mécanique* n'y ajoute rien de semblable. Il y a près de dix ans que nous avons pour la première fois exprimé cette idée, d'abord singulière, mais qui ne parut rien moins que ridicule; car un établissement à pétrin mécanique la mit à profit avec succès, en mêlant à la pâte, du jus de viande obtenu à froid ou par une chaleur modérée; et nous pensons que cette addition, en toute circonstance, ne pourrait que profiter à la pâte provenant de farines non riches en gluten, et encore mieux à la pâte de celles qui en sont totalement privées.

1385. Les lettrés romains , qui étalent pour le moins tout aussi civilisés que les nôtres , et par conséquent tout aussi peu au courant des procédés qui nous font vivre , manifestaient le même dégoût que nous , en s'occupant de réflexions analogues à celles que nous venons de prendre la liberté d'exprimer ; et ce qui les étonnait le plus chez les Égyptiens , ces grands producteurs de pur froment , ces habiles préparateurs de pain , c'était de les voir pétrir la pâte avec les pieds. « Des peuples, s'écriait Pomponius Méla, qui pétrissent l'argile avec les mains et la pâte avec les pieds ! *Lutum inter manus, farinam calcibus subigunt !* » Depuis trois mille ans, les *geindres* n'ont pas plus changé d'habitude que les céréales de nature (1045) ; et nous concevons maintenant pourquoi les *geindres* d'alors trouvaient tout autant d'avantage que les *geindres* d'aujourd'hui à fouler aux pieds la pâte destinée à nos bouches. Oh ! quelle horreur ! n'en parlons plus.

**1386. En résumé , moins la pâte renfermera de gluten , moins elle emprisonnera d'air et d'eau ; moins la pâte sera levée, et moins la fermentation aura d'éléments. Plus vous pétrirez la pâte , plus vous obtiendrez de pain en poids et en volume, et meilleur sera le pain. Tout mélange qui altérera**

reur de tout ce qui lui ressemble. D'où vient que la viande cuite du porc nous paraît plus propre que l'épiderme de l'homme?

les proportions d'amidon et de gluten, altérera d'autant la qualité de la pâte et les propriétés du pain. Défense au chimiste d'inventer de nouveaux pains, jusqu'à ce qu'il puisse nous rendre raison de ce qui se passe dans la pâte!

1387. A ce propos, nous ne saurions nous dispenser de dire un mot du pain de dextrine, dont nous avons donné plus haut le prospectus (971). Il est inutile de rappeler ce que l'on entend ou plutôt ce que l'on n'entend pas par le mot de dextrine; mais il ne sera pas inutile de dire que les auteurs de cette logomachie ne sont jamais parvenus, de leur aveu, à fabriquer du pain avec la chose; c'est un boulanger seul qui a réalisé ce résultat; car, dans ce siècle de désorganisation, les boulangers menacent d'en savoir plus que les chimistes sur les points de leur profession. Ce boulanger usurpateur, c'est Mouchot, dont nous transcrivons le procédé. « On prend 50 kil. de fécule, 5 kil. d'orge germé réduit en malt, et 200 kil. d'eau. On met les 5 kil. d'orge dans 100 kil. d'eau froide; au bout de quatre à cinq heures, on presse fortement la masse, et l'on recueille le liquide, auquel on ajoute les 100 kil. d'eau qui restent. On chauffe le tout au bain-marie jusqu'à 60° centig.; on y verse les 50 kil. de fécule, en remuant avec une spatule de bois, jusqu'à ce que la chaleur se soit élevée à 70°. A 60°, le liquide forme empous, et à 70°, au bout d'un quart d'heure, l'empous est liquéfié (975). On retire du feu, on abandonne le liquide quatre ou cinq heures à la température de 10° centig. Pendant ce temps, la masse prend un goût alcoolique très-prononcé; on filtre alors. On verse ce liquide dans une bassine, pour vaporiser les deux tiers d'eau, afin d'obtenir un sirop de 20° à 30°. On prend alors une portion de levûre que l'on délaye dans ce sirop; après une demi-heure, le liquide augmente de volume par suite de la fermentation intestinale de la masse (1379). Cela compose le premier levain que l'on verse dans le pétrin, avec la farine, sans levain d'autre nature, dans la proportion de 50, 60, et même 80 pour 100; l'on en fait une pâte bien légère, que l'on divise pour en obtenir des petits pains qui se distinguent par leur goût et leur légèreté, et qui prennent le nom de pains de dextrine. »

1388. Ce sont là, comme l'on voit, des pains de luxe, et nous souhaitons fort que le luxe rende en profit à l'artiste, les dépenses, dans lesquelles les fausses indications des chimistes de profession l'ont entraîné, avant qu'il soit arrivé, par ses tâtonnements raisonnés, au résultat qu'il exploite

Quant à nous, on le sait, en fait de miel notre palais est un triste connaisseur. Le pain de dextrine ne nous a pas paru, à des propriétés que lui assigne l'artiste. Le pain de gruau qu'il fabrique d'après les ordinares nous semble d'une saveur exquise; l'autre, qui s'annonce par un sucré, laisse dans la bouche un arrière-goût et qui pique la langue, comme le ferait le pain desséchée à la poussière. Nous pardons donc pardon à l'art, mais la nature est jusqu'à plus ample information, en tout préférable à lui.

1389. Sous le rapport théorique, ce pain peut être appelé : *pain de bière, pain de sirop, pain d'orge germé, pain des brasseurs, pain de diastase* fin, tout aussi bien que *pain de dextrine*. En effet, si on entend par *dextrine*, le produit soluble de la fécule, l'acide et les sels du malt germé ne doivent plus avoir laissé de cette substance dans le sirop, s'il est pur de sucre; mais ce sirop n'est pas tout sucre; tous les principes du malt de bière s'y réunissent; cette *DEXTRINE* équivaut donc à un mélange de sucre, d'acide, de gluten dissous, d'alcool soluble, d'alcool, de résine, d'huiles essentielles, de substances qui tournent le rayon polarisé, les unes à droite, les autres à gauche. Plus les unes sont actives, plus les autres le sont moins; en sorte qu'il est difficile de leur attribuer le nom de *dextrine*, cet amalgame devrait, au moins par respect pour la vérité, prendre le nom de *sinistro-dextrine*.

1390. Mais alors pourquoi tous ces chauffages, et ces proportions? pourquoi faire des pains de *sinistro-dextrine*? N'avez-vous pas du sirop tout fait, vous pas des mauvaises mélasses et de l'alcool? Pétrissez votre levain avec un mélange de ces deux substances, et vous obtiendrez de frais, un pain de luxe aussi agréable. Je suis même porté à croire qu'on arriverait au même résultat, en pétrissant le levain avec de la pâte, avec de la bonne bière mousseuse et consommable, méfiez-vous seulement des membres des sociétés d'encouragement, qui, en faisant un rapport sur les inventions qu'ils conseillent, font, par la même occasion, un rapport sur leurs prétendues inventions.

1391. MÉLANGE DES FARINES. — L'on a beaucoup écrit, depuis dix ans, sur les moyens de dissimuler la sophistication des farines par la fécule



051), a peut-être encore, plus que la denrée, contribué à faire abandonner la fraude, par les meuniers et marchands qui se sont rejetés sur d'autres moyens ; le d'orge perlé, et surtout la farine, ou la fécule grossièrement obtenue, du sar-féveroles, des mauvais pois, des lentilles, peut s'incorporer à la pâte sans en altérer le toucher et l'aspect. Les mélanges de ces farines de contrebande, que certaines farines pures de froment ne laissent pas que d'offrir à l'œil, ces substances, les farines de pois, de haricots, et surtout du pois chiche (\*), sont les moins capables de déranger les proportions de l'amidon et du gluten, et partant de nuire à la marche de la fermentation. Depuis longtemps on a abandonné l'idée de faire du pain avec des pommes de terre cuites. On donnait un pain lourd et mat encore avec la fécule seule ; parce qu'avec la fécule, les pommes de terre apportaient à la pâte un tissu serré et de surcroît, qui divise là où il faut unir, qui sépare et isole là où il faut réunir, qui sépare et isole les éléments de la fermentation.

Mais lorsque vous voudrez reconnaître la source des farines, si les indications microscopiques sont insuffisantes, ayez recours à la méthode (1243), pour constater approximativement les proportions d'amidon et de gluten. Mais pas alors que ces proportions varient, les terrains d'où proviennent les céréales et les influences météorologiques de la saison. Les chimistes devraient se livrer à un travail minutieux pour but de constater comparativement par des moyennes, les proportions de gluten et d'amidon, que sont dans le cas de contraires de chacune de leurs localités, en tenant compte de la différence d'exposition et de l'altitude probable qu'on arriverait, et à des réactions chimiques qui ne laisseraient pas que de nuire au service à la probité du commerce, et d'un côté à des résultats statistiques et scientifiques. La France n'est rien moins que riche en blé. Mais il faudrait procéder sur ce point avec toute la surveillance d'une instruction

de Tine, l'une des îles de l'Archipel, les femmes font du pain d'une saveur délicieuse avec les pois chiches, les terres caillouteuses du Midi. La veille du jour où elles ont à pétrir, elles font bouillir trois ou quatre livres de pois chiches, et ensuite elles les écrasent pour former, avec

judiciaire. Il y a tant de spéculateurs parmi les premières autorités du lieu !

1393. RENDEMENT DES FARINES. — En moyenne, 159 kil. de belle farine de froment donnent 102 pains de 2 kil. chacun. Le pétrissage peut porter ce rendement à 105 pains. La farine a donc par le pétrissage augmenté en poids de plus du quart ; cet excès de poids est dû à l'eau, à la levûre, au sel qu'on y ajoute, et qui font corps avec elle. A la cuisson une partie de l'eau s'est évaporée, en sorte que le poids du pain cuit ne représente pas le poids de la pâte encore dans le pétrin. Jusqu'à présent il a été impossible de déterminer, d'une manière précise, à quel poids s'élève cette perte ; l'Académie des sciences s'en occupa sans succès en 1781 ; ce qui fait que le boulanger, obligé de se conformer aux ordonnances qui fixent le poids et le prix du pain, est exposé à des mécomptes que toute sa sagacité ne saurait prévoir. C'est pour cela que l'autorité à Paris, avait fixé en 1817, une limite à l'inexactitude dans le poids, sous le nom de *tolérance*. Le boulanger était excusable aux yeux de la loi, quand il ne manquait que 5 onces sur un pain de 12 livres, 4 sur un pain de 8, 3 à 4 sur un pain de 6 ; 4 à 5 sur un pain long de 4 livres ; 2 à 3 sur un pain forme ordinaire de 4 livres ; mais, sur la demande de l'acheteur, il était obligé de compléter le poids, en prenant sur un autre pain. En 1825 l'administration abrogea cette ordonnance ; en 1851 elle ne l'avait pas encore rétablie.

#### § V. Emploi du gluten en thérapeutique.

1394. Taddei (\*\*) avait proposé, comme succédané du blanc d'œuf, dans les empoisonnements par le sublimé corrosif, une poudre émulsive de gluten, formée de gluten dissous dans un savon de potasse, le tout préalablement desséché à l'étuve et pulvérisé, administré ensuite à la dose de 4 scrupules délayés dans un verre d'eau, contre 10 grains de sublimé. Si l'expérience venait à démontrer l'efficacité de ce résultat, la théorie l'expliquerait d'une manière fort intelligible. En effet, le gluten seul étant insoluble, ne jouerait dans un empoisonnement que le rôle d'une substance inerte. Mais une fois dissous par le savon de potasse, si vous mettez le mélange en présence d'un

le levain, une espèce de pâte qu'elles délayent en versant dessus une certaine quantité d'eau. Le lendemain, elles pétrissent ce levain avec 30 ou 40 livres de farine, et font avec la pâte de grands pains ronds, qui se conservent longtemps frais.

(\*\*) *Journal général de médecine*, LXXX, 97.

sel capable de neutraliser ou d'absorber le dissolvant, le gluten abandonné reprendra sa première adhérence, et enveloppera, en se coagulant, toutes les particules vénéneuses que la double décomposition aura épargnées. Mais nous persistons à croire que la fumée de soufre réalisera le résultat, dans tous les cas, d'une manière plus prompte et plus sûre.

#### § VI. Emploi du gluten dans les arts.

1395. On se sert encore, dans le midi de la France, du gluten extrait de la farine du *Phalar canariensis*, pour agglutiner entre elles les semences de cuir qui composent la semelle, et rendre la soudure imperméable à l'eau. L'extrait tout exprès de la farine des céréales coûterait trop cher pour être consacré à cet usage. Il n'en sera pas de même du gluten par le nouveau procédé des amandons, qui, supplantant tout objet de rebut, peut être appliqué à l'industrie, à un prix inférieur à celui du gluten du *Phalaris canariensis*, que ce sera là, pour cette farine, un de ses principaux débouchés.

1396. Mais il est un autre genre de gluten dans lequel le gluten de céréales joue un grand rôle. On sait que la France abonde en vignerons, et que la France aux raisins du Nord est en sucre que ceux du Sud en gluten. Les vins qu'en distinguent par une saveur qui en fait le prix. Or, une quantité de sucre en alcool moût, une quantité de gluten. En jetant donc dans le moût de l'extrait de gluten, on rendrait les vins du Nord en sucre qu'ils ne le sont pas, et les vins de table de France pour les vignerons du Nord. Ce serait tout. Le gluten encore.

1397. Le gluten de céréales d'un aspect verdâtre et collante qu'on a la propriété que les petits oiseaux en grand de la France et des Indes du Nord.

pour le gluten de céréales, on a vu et on voit que le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte.

1398. Le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte. On a vu que le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte. On a vu que le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte.

1399. Le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte. On a vu que le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte. On a vu que le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte.

1400. Le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte. On a vu que le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte. On a vu que le gluten de céréales est un produit qui a la propriété de se coaguler à la chaleur, et de former une masse solide et compacte.

vera de dissoudre l'autre, mêlées à la résine également soluble dans la menstrue, et l'eau reprendra le même temps qu'elle s'emparera de la dissolution de ce tissu cellulaire libéré. La glu n'est donc qu'une des formes que les mélanges prêtent au 1 à base ammoniacale (850) ; chez la 1 est le tissu du péricarpe ; chez le 1 mi de l'écorce qui commence à passer on la glu dans plus d'une e : dans les baies du *viburnum* 1 les tiges du *gentiana lutea*, dans 1 *ficus religiosa*, du *cynanchum* e *salthia officinalis*, dans le bole 1 (glu de chêne et de Chine) ; à la 1 *ionis natrix*, du *lychnis viscaria*, *tridactylites*. On l'extrait en grand du *sapum aucuparium*, et en bestes, *cordia sebestana*.

## SEPTIÈME GENRE.

## ORGANES POLLINIQUES.

nds, par organes polliniques, des impliquées dans leur organisation, 1 général, et qui recèlent dans leur ce destinée à déterminer le déve- n nouvel individu, sous forme soit de bourgeon, c'est-à-dire à fécon- timelle. La nécessité de cette défini- sera motivée, par les rapproche- mologies de la seconde partie de ce 1 vivrai ce genre en organes polli- ou pollen des anthères, et en 1 mes externes ou pollen des or-

## DERNIÈRE ESPÈCE.

des anthères (\*).

sonde a remarqué, autour du 1 de la tulipe, les six filaments 1 est presque la corolle, et qui 1 est un corps jaune, allongé,

est un coffre à deux compartiments parallèles qui, à une certaine époque, s'ouvrent avec explosion, et lancent, sur le stigmate du jeune fruit, une poussière jaune qui y reste attachée. Cette poussière, c'est le pollen ; elle se compose de grains plus variables encore, dans leurs formes et dans leurs dimensions, que ne le sont les grains d'amidon (1036).

## § I. Caractères physiques des grains de pollen.

1402. Les grains de pollen varient de forme et de dimensions, dans les limites les plus larges selon les genres, et en subissant de simples modifications selon les espèces. Lisses et sphériques ou allongés dans les graminacées, les cypéracées et le plus grand nombre des monocotylédones corollifères ; sphériques et mamelonnés sur toute leur superficie dans les tulipes (pl. 10, fig. 13), les malvacées, le *convolvulus arvensis* (fig. 21), et un grand nombre de composées ; triangulaires à angles en mamelons dans le *lopesia stachytarpheta*, les *cenothera*, le *cucurbita leucantha* (pl. 10, fig. 26), le *scabiosa caucasica*, etc. ; bilobés dans les conifères (fig. 27, 28), on les voit s'agglutiner les uns contre les autres et former des masses plus ou moins solides, dans les orchidacées et les asclépiadacées.

1403. Ceux des graminacées affectent quelquefois  $\frac{1}{100}$  et dépassent à peine  $\frac{1}{20}$  de millimètre, tandis que ceux du *cucurbita leucantha* atteignent  $\frac{1}{14}$ , ceux de l'*hibiscus rosa sinensis*  $\frac{1}{25}$ ,  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{2}$ , ceux du *stachytarpheta*  $\frac{1}{7}$  sur les côtés et  $\frac{1}{12}$  sur leur épaisseur.

Leur couleur par réflexion varie aussi à l'infini, du blanc au gris, au jaune, au pourpre, au rouge, etc.

## § II. Développement des grains de pollen.

1404. Dès mes premières recherches sur le pollen, j'eus lieu de remarquer que ses grains ne jouaient pas toujours librement dans les boîtes (*theca*) de l'anthère (1401). L'analogie, qui avait toujours servi si sûrement de guide, de mes découvertes sur l'amidon, me fit porter spécialement mon attention sur cette nou-

\*G. — *Ibid.*, tom. X, n° 176. — *Annal. des sc. obs.*, t. 213, mai 1830. — *Mém. de la Soc. d'hist. nat.* — III, sur les tissus organiques, §§ 67 et 90.

velle circonstance ; et je ne tardai pas à m'assurer que, de même que les grains d'amidon, les grains de pollen croissent dans les mailles d'un tissu cellulaire.

1405. Car si l'on examine la structure de ces boîtes bien avant la fécondation, on s'assure que l'intérieur en est rempli, dans le principe, de granulations très-petites, qui se présentent de jour en jour, avec des dimensions plus grandes, qui s'isolent de plus en plus, et qui enfin atteignent les formes et les dimensions des grains de pollen, tels qu'on les retrouve à l'époque de la fécondation même.

1406. En même temps que ces grains s'isolent, on observe distinctement que l'intérieur de ces boîtes (*thecæ*) est divisé par des cloisons plus ou moins nombreuses, et forme des cellules, dans l'intérieur desquelles sont logés les grains de pollen. Ces cellules en général sont glutineuses, élastiques, filantes, et sont entraînées par la pointe de l'aiguille, en enveloppant les grains, qu'elles recouvrent, comme une toile d'araignée ; ce phénomène est très-sensible dans l'*hibiscus rosa sinensis*, L. Quelquefois, par l'effet du déchirement, ce tissu cellulaire glutineux s'étire en petits filaments, qui s'étendent, d'une paroi ou d'une extrémité de la boîte à l'autre. Ce tissu élastique se comporte avec les réactifs, exactement comme le gluten des céréales, et il disparaît dans les anthères de certains végétaux, soit par la dessiccation, qui l'émiette, soit par la formation d'un acide qui le rend soluble et coulant.

1407. Ce qui achève encore mieux de démontrer que les grains de pollen ne sont, ainsi que les grains de fécule, que des cellules isolées, c'est l'anatomie de ces *dérivations* si fréquentes, par lesquelles un pétale de rose ou de toute autre fleur double produit des grains de pollen, sur un point quelconque de sa surface. On voit, en effet, les cellules d'alentour passer par des gradations successives de dimensions et de coloration, à la forme d'organes polliniques, d'une manière si frappante, qu'il ne reste plus le moindre doute à l'observateur.

### § III. Organisation et analyse microscopique du grain de pollen.

1408. La structure compliquée du grain de pollen est bien plus sensible que celle du grain d'amidon, à cause de la nature des substances hétérogènes, qui enrichissent son tissu.

1409. La seule inspection du pollen du *pinus*

*sylvestris* (pl. 10, fig. 27, 28) suffit pour nous faire connaître que la cellule principale, qui sert de tégument général, renferme dans son sein de grandes cellules, dont deux latérales offrent un grand paquet jaune rougeâtre à leurs extrémités, une antérieure, transparente (fig. 27), et une postérieure, blanche et opaque (fig. 28). En observant les grains sphériques et transparents du pollen des graminacées, on serait tenté de considérer le grain de pollen du *pinus sylvestris* comme le résultat de l'association de deux grains de pollen, dans le même tégument. Car, dans l'intérieur du grain de pollen des graminacées, on observe un paquet central de cellules, au milieu de chacun des deux paquets du pollen des graminacées, et dans le pollen du *convolvulus arvensis* (fig. 21), qui par réflexion est grisâtre, on observe, par réfraction (fig. 29), six segments, trois opaques et trois transparents, qui lui donnent l'aspect d'une *balle à jouer*.

1410. A travers le test épais des grains de pollen des tulipes (pl. 10, fig. 13) ou des malvacées, on n'aperçoit plus aucune organisation interne ; on est forcé d'admettre, à la seule inspection, que ce test est organisé lui-même, et que ces papilles, qui s'allongent en poils gros et courts sur le pollen de l'*hibiscus*, ne sont que des saillies faisant saillie au dehors. L'anatomie du pollen du *nyctago jalappa* (car on peut disséquer le pollen de cette espèce), l'anatomie confirme cela et démontre l'organisation de l'intérieur du grain. Lorsqu'on coupe par le milieu ce gros grain de pollen, les deux calottes ont de la peine à se séparer l'une de l'autre, et en les séparant avec traction des deux aiguilles, on voit qu'elles sont retenues par un tissu élastique, infiniment fin, et qui divisait l'intérieur du grain en plusieurs compartiments cellulaires. Chacune de ces calottes, vue de champ et par réflexion au microscope, offre aux yeux l'aspect d'un tissu cellulaire serré, parsemé régulièrement en quinconces de grandes cellules (pl. 10, fig. 13), dont la disposition rappelle la structure de l'œuf de l'alcyonelle et de la spongille. Ces grandes cellules, si elles faisaient saillie au dehors, donneraient, au pollen du *nyctago*, l'apparence de celui des malvacées. Au lieu de ces cellules disposées en quinconces, le pollen du pollen des onagres, etc., offre, à la réfraction, une cellule transparente à ses angles (1405).

(\*) *Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, tom. 1, p. 21, fig. 1, 1827.

nous avons démontré (\*) dernièrement ,  
ainsi de pollen étaient tapissés à l'inté-  
rieur des tours de spires, que nous avons ren-  
trés toutes les cellules végétales, de quel-  
que et de quelque nature qu'elles soient.  
Les grains de pollen ne saurait être  
détaché.

Les grains de pollen ne sont pas plus li-  
és aux cellules glutineuses qui remplissent  
le *theca* (1406) de leurs anthères, que  
l'amidon (991) dans l'intérieur des cel-  
luligineuses, soit glutineuses (1237). Cha-  
que grain est muni d'un *hile*, par lequel il  
a paru qu'il lui a donné naissance; et ces  
sont les anthères d'*epilobium*, tiennent à  
celles par de longs funicules blancs, espèces  
d'ombilicaux que les botanistes ont pris  
pour des filaments entre-croisés et disposés là au-  
dessus en faisant rouler un grain dans l'eau du  
quel, il devient aisé d'observer au passage  
emportant quelquefois avec lui un fragment  
de du tissu cellulaire (pl. 10, fig. 13).  
Pour le mettre mieux en évidence, il suffit de  
mettre un grain de pollen dans l'acide sulfurique,  
dissolvant les substances opaques du grain,  
pour son test, laisse apercevoir distincte-  
ment l'ouverture du *hile* (pl. 9, fig. 6, *aa*).

L'analyse microscopique va nous révéler  
non-seulement l'organisation interne  
de du grain de pollen, mais encore la na-  
ture des substances que chaque ordre de ses cellu-  
les.

A peine les grains de pollen tombent-ils  
dans l'eau déposée au porte-objet, que  
l'on voit manifester des mouvements de recul;  
l'on voit sortir, par une explosion quel-  
conque forte, un boyau qui se roule sur lui-  
même et un nuage de granulations qui se dis-  
solvant dans l'eau. C'est par la filière du *hile* (1411)  
sortent ces organes, ainsi que mes expérien-  
ces et mes observations le démontrent; et  
cela même a lieu sur certains pollens, même  
trois ans après la récolte de la plante,  
comme sur celui de l'*helianthus annuus*.  
Présenté (pl. 10, fig. 29) le pollen du *con-*  
*arvensis* éjectant ce long boyau; celui-  
ci insoluble dans l'eau, et sous l'effort des  
aiguilles, il s'étend et s'étire en filaments  
longs, en répandant des myriades de granu-  
lations; on observe, dans son intérieur, des gra-  
nulations, et souvent des compartiments cellulai-

res. L'alcool coagule sa substance, l'ammoniaque  
la ramollit, mais sans la dissoudre entièrement.

1414. Si on laisse séjourner, entre les deux la-  
mines de verre, des grains de pollen de tulipe  
(fig. 13) dans l'alcool à 58°, ou dans l'éther froid,  
on obtient bientôt ces organes sous la forme de la  
fig. 17; l'alcool a enlevé toute la substance pur-  
purine qui rendait la surface du pollen rigide,  
et l'épiderme se montre vide, transparent et dis-  
tendu; dans le centre, on observe des cellules ag-  
glomérées et colorées légèrement en jaune rou-  
geâtre, que l'alcool n'a point attaquées à froid; à  
la base on remarque bien distinctement le *hile*.

1415. Un phénomène presque contraire se pré-  
sente, lorsqu'on fait séjourner à froid les grains  
de pollen de tulipe dans l'ammoniaque; l'ammo-  
niaque respecte ce que l'alcool a attaqué, et atta-  
que ce que l'alcool a respecté. Toute la périphérie  
du grain reste rigide et opaque, quoique colorée  
en rougeâtre; mais bientôt cette coque est déchirée  
par l'enflure toujours croissante d'une vésicule  
remplie d'un liquide diaphane malgré sa couleur  
jaune de cire, et qui finit par sortir et rejeter der-  
rière elle la coque rougeâtre, comme l'insecte  
rajeuni rejette son antique dépouille. Cette vési-  
cule sort quelquefois seule et parfaitement isolée,  
comme le montrent les fig. 13 et 16; mais d'autres  
fois on en voit sortir plusieurs ensemble, du sein  
de la même coque, aux parois internes de laquelle  
elles restent adhérentes, par un point de leur sur-  
face. La fig. 14 en représente trois, dont une, qui  
était plus blanchâtre que les deux autres, aurait  
semblé partir de la deuxième, si la différence de  
coloration n'avait pas indiqué suffisamment qu'elle  
n'avait aucune communication avec cette dernière,  
et qu'elle venait s'insérer, sur la paroi interne de  
la coque, par un pédoncule très-long, lequel  
passait en dessous de la vésicule jaune. J'ai écrasé  
avec une pointe ces grandes vésicules, elles se  
sont vidées; et en étendant d'eau le liquide, leurs  
parois se sont présentées aussi incolores que les  
téguments isolés du grain de fécule.

1416. En conséquence, la substance soluble  
seulement dans l'ammoniaque à froid, qui est la  
cire, se trouve dans les cellules internes du grain  
de pollen de tulipe; et la substance soluble dans  
l'alcool et l'éther froid, qui a tous les caractères  
de la résine, se trouve dans les cellules externes  
dont est formé le test purpurin du même grain.  
L'éther enlève, à ces organes, de l'huile fixe et  
essentielle, qui, chez certains pollens, tels que  
celui des cucurbitacées, semble suinter de tous  
leurs pores, et se répandre, par ondulations



de globules, dans l'eau ambiante. On reconnaît facilement leur nature, en laissant évaporer l'eau qui les supporte; ces globules ne tardent pas à s'évaporer à leur tour, et abandonnent sur le porte-objet les substances résineuses qu'ils tenaient en dissolution. On complète la démonstration, à l'aide de l'éther et de l'alcool, qui s'en emparent, et les déposent ensuite avec plus d'uniformité.

1417. L'acide hydrochlorique produit, sur le grain de pollen, le même effet que l'eau (1415) et l'ammoniaque liquide (1415). J'ai placé au porte-objet, des grains de pollen du *cucurbita leucantha* (pl. 10, fig. 26) sur une goutte d'acide hydrochlorique; les grains, d'arrondis qu'ils étaient, poussèrent presque tous au dehors, des mamelons également distants les uns des autres, et qui rendaient le grain tricorne; mais j'eus lieu d'en remarquer un certain nombre, chez lesquels un mamelon semblait s'être allongé en un boyau membraneux, renfermant à son sommet une vésicule sphérique granulée, qui avait été entraînée avec violence, dans cette espèce de cul-de-sac.

1418. L'explosion pollinique ne peut donc être attribuée, ni à une de ces actions vitales, dans lesquelles se réfugie l'imagination, toutes les fois que l'explication paraît embarrassante (car la vitalité cesse dans l'ammoniaque et dans l'acide hydrochlorique); ni à la fermentation (car la fermentation est paralysée par ces deux menstrues; elle se manifeste, du reste, par le dégagement de bulles de gaz; elle ne s'établit qu'à la longue: or, à la température de l'été, notre explosion a lieu dès qu'il y a contact de l'eau et du menstrue). Mais si l'on se rappelle que l'intérieur du grain de pollen est distendu par un tissu cellulaire ayant tous les caractères essentiels du *gluten* (1406), la difficulté n'offre plus rien d'insurmontable. Les tissus glutineux, en effet, sont avides d'eau, d'ammoniaque, d'acide hydrochlorique, etc., et, s'ils ne se dissolvent pas toujours dans ces trois menstrues, du moins ils se combinent avec eux; or il est évident que cette combinaison intime d'un tissu avec un menstrue doit augmenter son volume, que la chaleur produite par cette combinaison chimique doit encore ajouter à l'intensité de ce phénomène physique, qu'en conséquence le tissu glutineux dilaté ne pourra plus être contenu dans la capacité de la coque externe, et qu'il sortira, par la filière du *hile*, sous forme d'un boyau plus ou moins allongé. Ce qui vient encore à l'appui de cette explication, c'est que quelques coques de pollen, au lieu d'éjaculer un boyau ou un nuage de granules, se brisent en éclats. Au reste, par ce

que nous avons dit au sujet du *gluten* (1406) est facile de concevoir que l'éjaculation n'est qu'une modification de l'éjaculation du boyau; dans le premier cas, le tissu *glutineux* sort, en se dissolvant dans l'eau, à l'aide de l'acide qui est expulsé avec lui; et alors les infiniment petits qui s'agitent, dans le grain, ne sont que des précipités (644) de *gluten* que, dans le second cas, le *gluten* s'éjecte dans l'eau sans dissolvant, et avec sa forme cellulaire.

1419. L'iode colore en bleu les cellules du grain de pollen (946), ce qu'on observe également sur le pollen des graminacées (\*), tous les grains polliniques à test mince et transparent. Mais cette coloration est due à toute substance qu'à l'amidon, dont aucune expérience en grand ou en petit ne peut démontrer l'existence dans les grains polliniques.

1420. Certains pollens se colorent en brun par l'acide sulfurique concentré, ce qui indique, dans leur intérieur, la présence simultanée du sucre et de l'albumine ou de l'huile.

1421. Quant à la région respective que le *gluten* et la cire occupent, dans les cellules du grain de pollen, elle est aussi variable que la forme du grain lui-même. L'analyse que j'ai faite du pollen de la tulipe, fournit un exemple qui n'exprime pas une loi.

1422. Il ne faudrait pas croire que les résinifères de certains pollens soient le tégument le plus externe du grain; cette couche est recouverte par un épiderme translucide qui, à l'époque de leur maturité, les tapisse, en s'attachant exactement sur leur surface; mais, à l'état de jeunesse et longtemps avant l'acte de la fécondation, les grains de pollen du *muscaris*, par exemple, offrent un épiderme très-distinct du test qui alors en occupe le centre, et qui, en se développant de plus en plus, vient s'agglutiner contre la paroi, qu'il ne peut être séparé qu'à l'aide des réactifs.

1423. J'ai dit plus haut, qu'à part quelques cas fort rares où le pollen éclatait dans l'explication, l'éjaculation de la matière fécondante se fait par le *hile* (1415), c'est-à-dire à travers le pore par lequel le grain de pollen adhérerait contre l'intérieur des cellules glutineuses qui remplissent l'anthère (1410). Cependant on a décrit, sur plusieurs pollens, une suture longitudinale bordée de *sphincters* destinés à la fermer et à

(\*) *Annal. des sciences natur.*, tom. VI, 1825, pl. 1, de mon Mémoire sur la fécondation.

ires et ces *sphincters* optique provenant du pollen, soit de manière de permettre de les observer. C'est un agent d'observation oblique. pl. 10, le *sphincter* se nuance si bien qu'il en relief le forme d'une cellule, sous divers aspects, soit le. Les *sphincters* que par la dessiccation, et se proviennent donc d'un pli, que la dessiccation pollens à test mince et

la *pollénine* (Bucholz in) (\*)?

cette substance du *pollen* *atum*, Bucholz et John l'eau, l'alcool, et à la fin asse, dans le but de dissoudre le sucre, la résine, l'huile et la fin 80,5 pour cent de la couleur jaune, la forme bustibilité du pollen. Cette comme le *pollen* qu'on abandonne à la fin une odeur. L'acide nitrique la transforme en acide malique, oxalique (1296), et en suif. Selon les dattier se dissout en l'acide hydrochlorique. D'après l'analyse du typha (993) se dissout dans les acides concentrés sulfurique, hydrochlorique, dans la potasse, l'acide a trouvé que le pollen a moins de vivacité que la *pollénine*

ne renferme pas d'azote, et ne donne pas d'ammoniacque par sa décomposition spontanée, et il la compare à l'amidon!

L'analyse comparative de la *pollénine* du cèdre et du *Lycopodium* lui a fourni le résultat suivant :

	Carbone.	Hydrog.	Oxygène.
Cèdre,	40,0	11,7	48,3
Lycopode,	52,2	8,6	39,2

1425. On le voit assez clairement : selon la nature des végétaux, selon les procédés de l'analyse, cette substance immédiate diffère autant d'elle-même que de toute autre substance organisée; mais la chimie moderne n'y regardait pas de si près, pour créer des dénominations nouvelles.

1426. Je me garderai bien de considérer, comme une anomalie suspecte, l'absence complète de l'azote, dans une substance qui pourtant donne, par sa décomposition spontanée, des produits ammoniacaux. J'ai constaté moi-même que le produit de la combustion du *pollen* du cèdre est acide et non alcalin; et d'un autre côté, j'ai constaté aussi que le même pollen, placé à l'humidité, se change en acide caséique et se putréfie comme les autres. Mais ces faits, que la chimie moderne eût regardés comme contradictoires, viennent au contraire à l'appui de ce que j'ai avancé sur la formation spontanée de l'ammoniacque, dans une substance non azotée (1249), dans l'amidon, par exemple, qui est bien la moins azotée des substances, quand elle est entièrement pure de gluten (881, 925).

1427. Mais pour celui qui aura répété les observations microscopiques qui précèdent ce paragraphe, il sera évident qu'au lieu d'obtenir une substance immédiate, par les différents menstrues qu'ils ont employés, les auteurs des précédentes analyses n'ont obtenu qu'un mélange plus ou moins altéré. Quant aux chimistes qui n'ont foi qu'aux résultats des analyses en grand, ils n'auront pas de peine à concevoir que soumettre le *pollen* à l'analyse élémentaire, ce n'est pas lui soumettre la prétendue *pollénine*; qu'en conséquence M. Macaire Princep ayant analysé deux *pollens* intègres, dont l'organisation est loin d'être identique, il n'y a plus rien d'étonnant qu'il ait trouvé des nombres si peu concordants.

tom. III, pag. 388

pour les feux d'artifice  
au même usage le  
tant les vases-

de-loup (*Lycopodium*). Celui des conifères est si abondant, qu'on a vu des plaines entières couvertes de cette substance chassée par les vents. Le peuple, dans sa superstition, interprétait ce phénomène, en supposant qu'il était tombé une pluie de soufre.

Car, de tout ce que nous avons dit plus haut (1421), il résulte que, sous le rapport des proportions, l'analyse du *pollen* devra varier à l'infini, selon les diverses plantes; que les uns possédant plus de résine et plus d'huile essentielle, fourniront à l'analyse plus d'hydrogène que ceux qui possèdent au contraire plus de sucre et de gluten; que le gluten des uns semblera plus abondant (parce qu'il sera plus élastique et plus insoluble, 1258), plus azoté (parce qu'il aura été plus longtemps malaxé ou qu'il renfermera plus de sels ammoniacaux).

1428. Si les auteurs des analyses précédentes avaient examiné au microscope leur prétendue *pollénine*, ils auraient certainement vu, qu'au lieu d'une substance immédiate, il leur était resté entre les mains une poudre composée de grains de pollen avec leur épiderme (1422), leur *test* (1410), leur gluten intérieur, une certaine quantité de résine et d'huile que les plus grands lavages ne pourraient extraire du sein des cellules internes, sans désorganiser la majeure partie des tissus. C'est le mélange inséparable de ces substances organisées et organisatrices, qui communique au gluten du *pollen* les qualités étrangères qui ont donné le change à l'analyse, et qui varieront, comme je l'ai déjà dit, à chaque nouvelle expérience.

1429. La *pollénine* des auteurs n'est donc que du gluten (1258) avec toutes ses variations accidentelles.

### § V. Examen critique de quelques autres substances qu'on a signalées dans le pollen (\*).

1430. EAU. — « Cent parties de pollen de typha, dit Braconnot, ont perdu, par la dessiccation, 48 parties d'humidité, ce qui est d'autant plus remarquable que cette poussière a une apparence si sèche, qu'elle semble couler d'un vase à un autre, sans y adhérer. »

1431. Ce fait n'est étonnant que pour celui qui n'a pas étudié la structure du *pollen*. Qu'y a-t-il, en effet, de remarquable qu'une vésicule à *test* résineux, et par conséquent sec et lisse, renferme dans son sein la moitié de son poids de parties aqueuses? Mais laissez cette poussière exposée à l'air atmosphérique, et l'humidité ne tardera pas à se révéler dans son sein, par le développement de la fermentation. Il faut observer encore que la

dessiccation artificielle éliminera, non-seulement de l'eau, mais encore de l'huile essentielles substances volatiles.

1432. MATIÈRE PEU AZOTÉE. — En lisant les détails de l'analyse de Braconnot, il devient évident que cette substance est un double empâtage de *pollénine*, comme la *simôme* est un empâtage de la *gliadine* (1275).

1433. SUIF FORMÉ DE STÉARINE ET D'OLÉINE. — Sans attacher ici trop d'importance à la nature du suif, il est permis de penser que la substance grasse que désigne Braconnot, et qu'il a isolée par l'éther, était un mélange d'huile essentielle et de résine. Nous renvoyons sur ce sujet, nos lecteurs aux articles des graisses.

1434. AMIDON. — L'analyse n'a rien révélé de la substance soluble de la fécule. Mais Braconnot qui eût les caractères de l'amidon, l'eau bouillante n'a rien enlevé au pollen, et la substance soluble de la fécule. Mais Braconnot a vérifié ce que j'avais avancé en 1825 (\*\*), que l'iode colore en bleu l'intérieur des grains de pollen, l'auteur, sur cette simple donnée, a conclu que le pollen renfermait de l'amidon. Mais la coloration en bleu par l'iode suffit pour prouver l'existence de l'amidon dans une substance, pourquoi ne l'admet-on pas dans le pollen (948)?

### § VI. *Aura seminalis*. — Préparation des animalcules spermatiques.

1435. On entend, par *aura seminalis*, la substance qui, en s'introduisant dans les ovules du pistil, détermine, soit la création, soit le développement de l'embryon. La chimie a jusqu'à ce jour, inhabile à nous en révéler la nature.

1436. Dans ces derniers temps (588), Brongniart a occupé longuement l'Institut, où il tendait à faire considérer les vibrations qui sortent pendant l'explosion du pollen, comme étant les analogues des animaux spermatiques; il en a décrit la forme, l'épaisseur, les dimensions, et enfin les mouvements sur lesquels il basait leur animation. Mais on a combattu ce roman, en démontrant que les mouvements ne différaient, en aucune manière, des mouvements imprimés à tout corps solide.

(\*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. III, pag. 386.

(\*\*) *Annal. des sciences naturelles*, tom. VI, pl.

DEUXIÈME ESPÈCE.

*Des organes foliacés. — Lupuline.*

qu'on agite les cônes femelles du  
dans un sac, il s'en sépare une poudre  
qui, tamisée avec soin, pèse de 9 à 12 pour  
les cônes femelles; nombre qui varie en rai-  
de l'époque de la cueillette, des circonstances  
météorologiques qui l'ont précédée et qui l'accom-  
pagnent, enfin en raison des modifications des  
instruments qu'on emploie. C'est cette poudre que  
Yves nomma *lupuline*, et qu'il trouva, par ses  
dernières expériences (*Journal de Pharmacie*,  
tom. VIII, pag. 219), composée de 36 parties de  
résine, 12 de cire, 11 d'une matière extractive  
amère, particulière, soluble dans l'eau et dans  
l'alcool, 5 de tannin, 10 d'extractif insoluble dans  
l'alcool, et 46 pour cent de résidu insoluble.

1439. Quelque temps après, Planche, Payen et  
Chevallier s'occupèrent à leur tour de l'analyse de  
la même poudre; ils reconnurent l'existence des  
mêmes substances, mais avec des proportions  
différentes.

1440. Postérieurement à tous ces travaux, Jé-  
veillat l'attention des chimistes, sur l'organisation  
compliquée et sur l'analogie de la *lupuline*, et je  
figurai la région qu'occupaient dans ses cellules  
les substances chimiques. Cette publication (\*\*) né-  
cessita de nouvelles recherches, de la part de  
Payen et Chevallier, auxquels s'adjoignit Gabriel  
Pelletan. Il est résulté de leurs recherches la créa-  
tion d'une nouvelle substance qu'ils appellent *lu-  
puline* ou *lupulite*, et qui, d'après les auteurs,  
est la substance amère du houblon, tantôt blanche  
ou légèrement jaunâtre et opaque, tantôt orangée  
et transparente. Peu soluble dans l'eau bouillante  
qui n'en dissout que 5 pour cent de son poids,  
très-soluble dans l'alcool; elle n'est ni acide ni al-  
caline, inaltérable par les sels métalliques, insolu-  
ble dans les acides et les alcalis étendus; ne ré-  
pandant l'odeur de houblon que lorsqu'on la  
chauffe; ne donnant point d'ammoniacque à la  
distillation, mais beaucoup d'huile pyrogénée.

§ I. Organisation et analyse microscopique  
de la *lupuline* (Yves).

1441. Examinée au microscope, cette poudre

de physiologie de l'homme, traduit de l'allemand par A.-J.-E.  
Jourdan. Paris 1831, deuxième partie, § 580, etc.

(\*\*) *Bullet. des sciences phys. et chim.*, tom. VIII, pag. 333  
*Mém. sur les tissus organiques*, § 17, tom. III des *Mémoires de la  
Société d'hist. nat. de Paris*, 1827.

jaune ne se compose que d'organes vésiculaires riches en cellules, variant de volume autour de  $\frac{1}{8}$  de millimètre, et de forme, autour de celle que représente la fig. 6 de la pl. 10. Chacun de ces grains est, après sa dessiccation, d'un beau jaune d'or, assez diaphane, aplati, offrant sur un point quelconque de l'une de ses deux surfaces, l'empreinte de ce point d'attache, par lequel le grain a dû tenir primitivement à l'organe qui l'engendre, point que je désigne ordinairement sous le nom de *hile*. On le voit très-bien sur la fig. 6. Lorsqu'on examine ces grains fraîchement obtenus des cônes femelles encore vivants, on les trouve pyriformes, avec un pédoncule terminé par un *hile*, tels enfin qu'on les voit représentés, à la faveur d'une simple mais forte loupe, aux fig. 10 et 12 de la pl. 10.

1442. Si l'on enferme avec de l'éther une ou deux de ces granulations, dans la cavité des deux lames de verre, on voit l'éther se colorer en jaune d'or, et les granulations devenir de plus en plus transparentes, jusqu'à ne plus retenir qu'une teinte jaunâtre; elles s'offrent alors comme des vésicules aplaties dont la surface supérieure est traversée par quatre plis en croix (pl. 10, fig. 11).

1443. Si l'on répète l'expérience en grand dans un tube de verre, l'éther, par évaporation spontanée, abandonne, au fond du vase, une substance jaunâtre que l'alcool redissout, et, sur les parois du vase, des gouttelettes d'huile essentielle qui, jaunes d'abord, se métamorphosent le lendemain en gouttelettes vertes sur les bords et incolores dans le centre.

1444. L'alcool se colore de la même manière que l'éther; mais le séjour le plus prolongé de cette substance, dans une suffisante quantité d'alcool, ne parvient jamais à la dépouiller de toute la matière jaune qui remplit ses cellules; alors ses grains semblent se dédoubler, et se présentent toujours comme une grande vésicule vide à l'intérieur, et dont les cellules, qui forment ses parois, sont seules remplies de la substance jaunâtre (pl. 10, fig. 7).

1445. L'ammoniaque présente des phénomènes plus dignes encore de remarque. Ce menstrue se colore, par le séjour de la *lupuline*, en un jaune rougeâtre que l'acide sulfurique change en jaune de cire; et l'ammoniaque dépose, par évaporation, une substance qui, après son entière dessiccation refuse de se dissoudre dans l'alcool et dans l'éther, et qui se comporte comme la cire.

1446. Si l'on observe au microscope la poudre épuisée par ce menstrue, on remarque de grandes

vésicules entières (pl. 10, fig. 1), ou de ces mêmes vésicules (fig. 2) infiniment petites, et qui sont divisées en un certain nombre de grands compartiments incolores, par des globules verts disposés en chapelet. On y voit encore les traces du *hile*. A côté de ces globules transparents, sont des globules opaques, et à un point quelconque de leur surface est attaché un boyau blanc plus ou moins tortueux et noué (pl. 10, fig. 3), analogue à celui qui sort si souvent du *pollen*, pendant la germination (fig. 20), ou simple et réticulé (fig. 21). On voit enfin une vésicule légèrement jaunâtre (fig. 22).

1447. Après un séjour de trois semaines dans l'ammoniaque, on a une suffisante quantité d'ammoniaque qui a dissout les cellules centrales du grain de lupuline; mais les globules verts ont perdu de leur substance verte. Le grain se présente alors, comme le grain de fécule, sous l'influence de la germination (1002 fig. 20), c'est-à-dire, avec la forme d'un grain presque incolore, dans le sein de la cellule qui le contient. Donc l'ammoniaque n'en a pas attaqué l'intérieur.

1448. On s'assure que les vésicules sont l'épiderme du grain de *lupuline* qu'on les trouve résistantes sous le tranchant, ce qui ne serait pas si elles étaient détachées de l'intérieur du grain même, soit par le tranchant, soit par la pointe. On les enlève, en enlevant un morceau, ou dans leur intégrité, à la faveur d'une pointe, qui s'opère sur leur surface. Les bords se referment aussitôt.

1449. On s'assure que le boyau (fig. 3) est sorti de l'intérieur du grain, en se tortillant, à travers la filière du boyau, en se tortillant, fait pirouetter sur elle-même, et semble l'animer de l'observateur. A la faveur de la transparence des parois du grain, il est facile de voir le boyau est pris aux dépens du paquet interne, qui s'étirent ainsi à travers le grain, et enfin l'espèce d'empâtement, qui fixe la cellule aux parois internes du grain, se détache, à peu près, comme la ventouse se détache de la surface, sur laquelle elle était auparavant appliquée. L'acide qui fait sortir ce boyau, aussi vite que l'ammoniaque.

1450. L'iode colore en jaune les cellules des grains de *lupuline*, et en purpurin les cellules internes (1419).



ndiant des organes fraîchement exte-  
nte, ces circonstances se présentent  
: encore plus pittoresque. A peine  
tte glande fraîche sur la goutte  
-objet, que, par une explosion vé-  
llinique, le boyau s'élance au dehors  
t. Lorsqu'on a laissé séjourner les  
ublon dans l'eau, on n'a qu'à tou-  
organes avec la pointe de l'aiguille,  
rtir avec explosion ce boyau si-  
moins un jet nuageux de granules  
et ce phénomène est visible à une  
On enlève tout aussi facilement la  
et 2). En même temps on observe,  
l'eau, une pellicule inorganisée,  
tation, se divise en compartiments  
ui possède tous les caractères de la

ains de *lupuline* peuvent fonction-  
ès avoir été conservés dans des bo-  
u moins deux années, pourvu qu'ils  
soumis préalablement à la chaleur  
lement alors l'explosion est moins  
l'eau a plus de peine à s'introduire  
r du grain, pour attirer le boyau  
hiver, l'explosion est bien plus tar-  
te qu'en été. Cette explosion polli-  
ane aussi inconnu, avant mon tra-  
catalogues de physiologie, est un  
e jeté sur le système de la féconda-  
aux.

ilte de toutes ces expériences que la  
s les grandes cellules de l'épiderme  
ne verte (*chlorophylle*) occupe les  
en chapelet du même organe (1448)  
ue la résine jaune se trouve dans la  
ules qui tapisse immédiatement la  
de l'épiderme, et qui forme le *test*  
*ouline* (1410) (fig. 8); que le *gluten*  
ous l'avons rencontré dans l'intérieur  
*llen* (1418), occupe ici encore l'inté-  
sicule, et en sort avec explosion,  
e des mêmes menstrues que chez le  
à l'huile essentielle qui exhale l'a-  
lon, l'expérience par l'éther (1445)  
mer qu'elle est associée à la résine  
e dans les mêmes cellules (1448).

*cations de ces résultats aux*  
*périences en grand.*

en. — Les chimistes ne se sont nul-  
de la présence du gluten dans la

*lupuline*; il est resté à leur insu dans le résidu  
insoluble, qui se composait évidemment de la co-  
que avec son tissu cellulaire, et du gluten ren-  
fermé dans l'intérieur de la coque, ou sorti à  
l'état de boyau (1449).

1455. MATIÈRE EXTRACTIVE. AMÈRE, SOLUBLE  
DANS L'EAU ET DANS L'ALCOOL (Yves). — Cette ma-  
tière est un mélange, 1° de gluten rendu égale-  
ment soluble dans l'eau et dans l'alcool par la pré-  
sence d'un acide; 2° de résine amère et d'huile  
essentielle que le même acide rend soluble dans  
l'un et l'autre menstrue.

1456. LUPULINE OU LUPULITE (Payen, Chevallier  
et Pelletan). — C'est la résine mêlée à l'huile es-  
sentielle aromatique et rendue soluble dans l'eau  
et dans l'alcool, à l'aide des acides libres (gallique  
et malique).

1457. J'ai dit (1451) que l'eau, dans laquelle on  
a laissé macérer des bractées fraîches, et j'ajou-  
terai même, par anticipation, des feuilles fraîches  
de houblon, ne tarde pas à se couvrir d'une pel-  
licule de cire, qui vient ainsi se déposer à sa sur-  
face, quoique l'eau soit impropre à la dissoudre.  
Mais on ne doit pas avoir oublié que l'ammonia-  
que, qui est le menstrue de la cire, se forme par-  
tout où il y a fermentation, et il y a fermentation  
partout où on laisse séjourner dans l'eau des tis-  
sus, surtout des tissus glutineux.

1458. Je ne parlerai pas des autres circonstances  
de l'analyse en grand; car évidemment elle four-  
mille de négligences et de doubles emplois, qui  
sont le fait unique de la méthode ancienne.

### § III. Applications à la physiologie.

1459. L'analogie, je dirai presque l'identité des  
grains de *lupuline* avec les grains de *pollen*  
(1408), résulte sans contredit de toutes mes expé-  
riences, en sorte que je ne puis m'empêcher de  
considérer les uns et les autres organes comme  
destinés aux mêmes fonctions.

1460. Mais ces glandes polliniques se sont dé-  
veloppées sur la page inférieure des follicules,  
dans l'aisselle desquels se trouvent les ovaires. Si  
ces glandes sont l'équivalent du pollen des an-  
thères, il doit s'ensuivre que, sans le secours des  
individus mâles de houblon, les individus femelles  
seront habiles à produire des graines. Or le fait  
a été constaté par le plus exact des observateurs,  
par Spallanzani (\*), qui, ne se doutant pas de

(\*) *Expér. pour servir à l'hist. de la génér. des anim. et des*  
*plantes*, trad. de Senebier, pag. 341.

cette analogie importante, avait conclu que la fécondation des plantes pouvait s'opérer sans le concours des organes mâles. Notre découverte a remplacé cette anomalie au rang des faits qui militent en faveur du premier système de la fécondation.

1461. On retrouve des glandes analogues (pl. 10, fig. 9 et 11) sur le calice qui renferme l'ovaire du chanvre, et cela en si grande abondance, qu'on serait tenté de croire que la surface du périanthe est saupoudrée de grains de pollen.

1462. Mais ce n'est pas seulement sur la page inférieure des périanthes qu'on rencontre ces organes polliniques; je les découvre sur la page inférieure des feuilles très-jeunes du houblon (\*), du chanvre, et on en rencontre d'analogues sur les feuilles en germination de l'érable, sur les feuilles de la mercuriale, de l'épinard, etc., avec des modifications de structure un peu différentes. Ces organes tombent à un certain âge et avec le développement de la plante. Or suivons encore ici les données de l'analogie. Des organes polliniques indiquent d'avance une fécondation à opérer. Mais sur les feuilles de la plante, quelle espèce d'organes peuvent-ils féconder? — J'ai démontré, dans les travaux de pure physiologie, l'analogie de l'ovaire avec le bourgeon; j'ai figure des ovaires qui renaissent encore les caractères des bourgeons mêmes (\*\*). Eh bien! si l'ovaire a besoin de l'influence de l'organe pollinique pour se développer en embryon, le bourgeon, pour se développer en rameau, serait-il soumis à une loi différente? Et n'est-il pas plus que probable que les organes polliniques des feuilles sont les agents de cette fécondation? La feuille, dans ce cas, serait une anthère insérée, comme l'étamine qui supporte l'anthère, inférieurement à l'ovaire-bourgeon, mais différant de l'anthère, en ce que celle-ci tombe, après avoir lancé ses grains sur le pistil, tandis que la feuille survit à l'explosion pollinique, et sert de cotylédon nourricier au bourgeon qui se développe, comme elle lui avait servi d'organe mâle, pour déterminer son développement. Quant au pistil, il n'y a qu'à examiner un jeune bourgeon avant sa fécondation, pour ne plus conserver de doute sur l'analogie de cet organe. J'ai figure (\*\*), à cette fin, des jeunes bourgeons de *Lythrum salicaria*, dont les deux bractées repré-

sent admirablement deux minacées. Ces bractées se déboulonnent, comme les stigmates de toutes les plantes, après la fé-

1463. On objectera qu'il n'y a à aucune époque, n'offrent aucun organe analogue aux ovaires que je viens de décrire. Je répondrai, car, à une certaine époque de jeunesse, il n'est pas de fleurs sans sur ses bords, des glandes allongées, dont on retrouve le bout des dentelures marginales faite sur un assez grand nombre de fleurs. Mais j'admettrai pour la suite complète de ces organes, et j'assurerais que même pas privée de ces organes trouve en effet l'analogue des dans ces vésicules compliquées que les physiologistes ont nommées pores corticaux. Car mes peut permettre de soupçonner fonctions, quelle plus grande de ces prétendus pores corticaux de pollen vides de leur dantes (pl. 10, fig. 20)? Des pores corticaux sont aplatis, tandis que les pores, même vides, sont faciles de démontrer le contraire dans l'eau le tissu d'un *Imago decandra*; on ne peut rencontrer un certain nombre de cellules, qui se sont pour et qui apparaissent alors comme des cellules aux mailles irrégulières.

1464. La raison, pour laquelle les organes affectant la page inférieure des feuilles, se conçoivent, quand les feuilles ou bractées ployées en avant, et sous forme d'apertures, semblent être destinées à élé-

(\*) Ce sont là les organes que Gussone a décrits sous le nom de glandes vésiculaires, ébauchés sur les plantes, vol. II, pag. 22.)

(\*\*) Sur la formation de l'embryon dans les primaires (Annales des sciences naturelles, t. III, Années

des sciences d'observation, t. III, — Nouveau système de physiologie, que

(\*\*\*) Voir l'illustration de la pl. 10, fig. 20.

végétale, en la ramenant à la simplicité, et je renvoie mes lecteurs au *système de physiologie végétale*, où la démonstration se fait plus facilement.

### Applications à l'industrie.

Il est fort de croire que la propriété d'utiliser, en houblonnant la bière, dans les glandes polaires. Tous les organes foliacés de ces mêmes, sont imprégnés de gomme. On le retrouve encore dans les tiges fraîches du chanvre, plante qui, pour remplacer l'ancien houblon dans la confection de la

bière venait à démontrer qu'il faut employer exclusivement les tiges (Lupuline, Yves) soit du chanvre, on ne devrait pas employer les jeunes feuilles, tamisées avec des tamelles (1462), sont susceptibles d'une quantité tout aussi considé-

ris, et les granules passent à travers les mailles, tombent jusqu'au fond de la terrine d'eau, remontent ensuite à la surface du liquide, où ils se rassemblent, sous forme d'une poudre cristalline et blanche comme la neige.

1468. Lorsque cette malaxation est achevée, c'est-à-dire lorsque l'eau ne passe plus laiteuse, il reste entre les mains un tissu réduit à l'aspect et à la consistance de tous les tissus membraneux des animaux. On n'a plus alors qu'à enlever, avec une écumoire, la couche des granules qui se tiennent en suspension à la surface de l'eau de la terrine, et à les laisser égoutter sur un filtre soit en toile soit en papier. On obtient ainsi, à l'état sec, une poudre amylacée, mais plus douce, plus grasse au toucher, et qui ne réfléchit pas la lumière d'une manière aussi cristalline que le fait un dépôt amy-

lacé. 1469. Les granules qui la composent et qui se tenaient en suspension à la surface de l'eau, se précipitent au contraire dans l'alcool froid; et ils ne m'ont pas paru, même après quinze jours de dépôt dans ce menstrue, avoir subi aucune altération appréciable; ils se comportent à peu près dans l'alcool, comme la fécule dans l'eau froide, où elle se conserve intègre presque indéfiniment (916).

## DE LA DIVISION (880).

### ORGANISÉES ANIMALES.

#### UN SEUL GENRE (\*).

#### GENRE ADIPEUX.

Comme une graisse ferme et qui, après avoir été soumise à l'action du mortier à température élevée (les graisses de mouton et de bœuf se prêtent très-bien à l'opération; la graisse de porc s'y refuse), qu'on déchire ensuite, sans l'aide d'un couteau, sous un petit filet d'eau, on aura eu soin de placer une assiette sous le tissu, l'eau qui s'écoulera, détache des myriades de granules amylacés (881), qui, après avoir été lavés sur le ta-

### §1. Caractères physiques des diverses espèces de granules adipeux.

1470. Observés au microscope, ces granules (pl. 10, fig. 30, 34) affectent des formes et des dimensions variables, non-seulement selon les divers animaux, mais encore dans le même animal, et même selon l'âge des animaux; toutes circonstances que nous avons eu lieu de remarquer à l'égard des grains de fécule (885).

1471. Les granules adipeux du mouton, du veau et du bœuf se présentent au microscope avec des facettes si nombreuses et si bien dessinées, qu'on serait tenté de les prendre pour les cristallisations les plus régulières. Par réfraction (pl. 10, fig. 32, 37), les facettes externes paraissent noirâtres et celles du champ jaunâtres. Par réflexion, au contraire (fig. 30, 35) chacun de ces granules est d'un blanc cristallin; et ils réfléchissent tous la lumière, comme le feraient de beaux cristaux de quartz. Leurs formes et leurs diamètres varient à l'infini, mais entre des limites bien plus rapprochées que chez les grains de fécule (1036).

1472. Les granules de la graisse de porc (fig. 30, 35) s'éloignent des formes et de l'aspect cristallin

des granules des trois animaux précédents, et se rapprochent, d'une manière frappante, des globules de fécule. Ils sont arrondis, oblongs, turbinés ou réniformes, possédant un *hile* bien plus visible et plus considérable que celui que nous avons déjà remarqué, sur tous les globules qu'on avait crus jusqu'ici isolés. Par réflexion (fig. 30) ils sont blancs comme les autres, et jaunâtres par réfraction (fig. 35), plus colorés en noir sur les bords que ceux-là, et laissant entrevoir, sur leur surface ou dans leur sein, des globules isolés. Leur diamètre dépasse de beaucoup les plus gros du mouton ou du bœuf. Mais pour les obtenir isolés, il est nécessaire de laisser la masse adipeuse exposée, pendant une heure au moins, à une température de  $-5^{\circ}$ , de malaxer ensuite le tissu (1467) dans une eau amenée à une température, qui peut s'élever à  $+2^{\circ}$  ou  $+3^{\circ}$  environ.

1473. Chez les insectes, les granules adipeux sont en général aussi turbinés que les *glandes polliniques* de l'érable (pl. 10, fig. 12), à cause du *hile* considérable qui les termine à la base.

1474. La graisse humaine, plus fluide que celle du porc, offre plus de difficultés, sous le rapport de l'étude de ses globules. A la température ordinaire, il serait impossible, par la malaxation, d'obtenir autre chose qu'un *magma* désorganisé. Mais en laissant séjourner un morceau de cette espèce de graisse dans l'acide nitrique ou dans la potasse liquide, on ne tarde pas à obtenir un résultat satisfaisant. Ces deux espèces de saponification consolident la partie incluse de chaque grain, et désagrègent ces granules, par le retrait qui résulte de l'action chimique. Mais il ne faut pas perdre de vue que l'effet de ces deux réactifs variera, selon la température et les quantités relatives des substances employées, et, d'un autre côté, que l'excès de la chaleur résultant du mélange, ou bien la concentration du réactif, pourrait carboniser la substance grasseuse ou en altérer le tissu cellulaire. C'est par ce double procédé, que j'ai reconnu la forme des granules adipeux pris sur le sein, sur la poitrine, la cuisse, le pubis, le méésentère d'une femme morte en couches à l'âge de 30 ans; ils sont tels qu'on les reconnaît par réfraction ou par réflexion (368) aux fig. 37 et 38 de la pl. 10. Les bords, par réfraction, en paraissent un peu frangés, et offrent çà et là quelques traces de l'action corrosive de l'acide nitrique, dans lequel je les ai laissés macérer quatre heures.

1475. En laissant séjourner dans le tissu adipeux, on parvient encore à voir l'organisation sur quelques fragments vrais que, dans ce cas, les cellules, au lieu d'être fortement ombrées, conservent l'impidité de l'huile; et que, par conséquent, on ne peut objecter que je voyais les cellules, mais des gouttelettes d'huile raient agglomérées en ces endroits, et qu'elles ont été exprimées des tissus adipeux. Mais d'une pointe, on s'assure qu'elles sont nées chacune dans leur vésicule primitive, qu'on peut s'en faire une idée, par la comparaison d'un fragment de graisse prise sur le pli du coude d'un enfant mort à l'âge de 1476.

1476. Enfin, en laissant dessécher au feu un flocon de graisse humaine, on finit par rencontrer des bords qui, au microscope, offrent les résultats les plus intéressants; car on a alors l'image la plus parfaite du tissu cellulaire des végétaux. La fig. 40 au grossissement de 100 diamètres, le flocon de graisse pris sur la femme décrite ci-dessus. On y voit les cellules disposées sur les bords du flocon, et les cellules (b) après avoir été vidées, par suite de leur rupture de continuité.

1477. Il est impossible de ne pas reconnaître ici l'identité de structure de la graisse avec celle de la graisse de veau ou de mouton, avant toute malaxation, sous le microscope (fig. 34). Mais en même temps on voit que les cellules contiguës de celle-ci se déforment sous la pression d'une pointe, tandis que la graisse humaine résistent à la pression, et s'affaissent en se déchirant; on conclure que, dans la graisse humaine, les globules grasseux sont unis par l'adhérence des parois, tandis que le contraire existe dans la graisse de veau ou de mouton. Le résultat de la fig. 34 est donc un effet de la réfraction qui s'interpose entre les parois des globules, et qui dissimule le réseau anastomosé de la fig. 34, d'une organisation vasculaire (11).

1478. De même qu'à l'égard de la fécule, j'ai pris soin de mesurer les dimensions des divers granules que je viens de décrire, et de les diviser en fractions de millimètre.

(1479) Granules adipeux de

BOEUF.	VEAU.	MOUTON.	HOMME.	ENFANT.	HANNETON.
Polyèdres inscrits dans une sphère, ou oblongs, très-fermes.	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Polyèdres mous et non susceptibles de s'isoler.	<i>Idem.</i>	Turbinés et mous.
$\frac{1}{6}$ sur $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{4}$ sur $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$ sur $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{7}$ sur $\frac{1}{14}$ $\frac{1}{15}$	$\frac{1}{7}$ sur $\frac{1}{15}$ $\frac{1}{4}$ sur $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{7}$	$\frac{1}{25}$ $\frac{1}{14}$ $\frac{1}{7}$	$\frac{1}{50}$ $\frac{1}{30}$ $\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$

ableau prouve évidemment que les graisse de l'animal jeune , affectent inférieurs aux granules de la graisse par conséquent ces granules ont animal lui-même, ce que nous avons ion de remarquer à l'égard de la fê- es cellules végétales (1105).

visation du granule adipeux.

ue l'analogie indiquât d'avance que granules isolés est une cellule, com- is d'un tégument et d'une substance incluse, cependant il était nécessaire ar l'expérience directe. C'est ce qu'il écuter au microscope , au moyen de ant et à l'aide de l'appareil déjà dé- nt que l'alcool n'entre pas en ébulli- le graisseux reste stationnaire; mais lition commence, on voit le granule devenir transparent; on distingue i sein des globules internes ; bientôt en deux ou trois fragments , qui s'a- du liquide ; mais ne subissent pas la ation , pendant tout le cours de l'ex- roit en même temps passer sous ses oute la rapidité de l'ébullition , une s semblables à celui qu'on observe ui ne s'altèrent pas plus que lui. nsuite on remplace la lampe par le leur, et qu'on laisse refroidir le li- é dans le verre de montre, on pourra que le précipité qui s'opère par le it, se compose uniquement des *tégu- bles* des granules graisseux, pourvu 'alcool soit assez abondant pour dis- d, toute la quantité de substance so- ée dans la capacité des téguments.

1483. Quand on fait l'expérience en grand dans un excès d'alcool, le précipité est plus manifeste , quoique l'alcool retienne en suspension une grande quantité de petits débris des *téguments*. Lors- qu'on examine un de ces téguments précipités, on le trouve souvent parsemé , sur toute sa surface, de globules que l'on croirait organisés ; mais , à l'aide de l'alcool pur, on s'assure que ce ne sont que des gouttelettes de la substance soluble , que la quantité d'alcool employée n'a pu tenir en so- lution à froid (fig. 37).

1484. Afin de ne point faire de double emploi, je renvoie l'étude de la substance soluble à la partie de cet ouvrage, où je traiterai des *substances or- ganisatrices*.

1485. Mais il importe de faire remarquer deux choses : la première, c'est l'analogie frappante qui existe entre l'amidon chez les végétaux , et les glandes adipeuses chez les animaux. Comme l'ami- don (909), chaque glanule graisseux se compose d'un tégument et d'une substance incluse ; ces deux substances sont aussi peu azotées que l'ami- don ; l'amidon et la graisse servent également à la nutrition des organes de développement ; partout où il y a excès de vie et d'activité, on voit la graisse se sacrifier et disparaître ; partout où il y a repos, on la voit s'entasser dans ses réservoirs ; enfin ces granules affectent des dimensions d'autant plus considérables que l'animal est plus âgé. La seconde chose à observer, c'est le parti qu'on peut tirer, dans l'industrie et dans les analyses élémentaires, de ce que nous avons dit sur la malaxation de la graisse de mouton , etc. (1467). Il est certain , en effet, qu'on obtient de cette manière la graisse au plus grand état de pureté possible, et sans l'altérer par la chaleur, avant de la soumettre à l'analyse élémentaire.



## § III. Développement du tissu adipeux.

1486. L'analogie de structure, entre les granules adipeux et les grains amylacés, permet de soupçonner l'analogie de leur développement vésiculaire (1103). L'analogie vient à l'appui de cette hypothèse, et lui rend tous les caractères d'une démonstration.

1487. Soit, en effet, un morceau de graisse ferme, telle que celle du mouton, du veau et du bœuf (pl. 10, fig. 39). On peut constater, par le plus simple mécanisme, que cette masse se compose d'une vésicule externe (*a*), à parois fortes et membraneuses; qu'elle enveloppe des masses assez considérables (*b*), faciles à séparer les unes des autres, et ressemblant, chacune à leur tour, d'une membrane vésiculeuse à parois moins fortes que la vésicule externe, et renfermant à leur tour, comme cette dernière, un certain nombre de masses d'un plus petit calibre, lesquelles en renferment d'autres, et ainsi de suite jusqu'aux vésicules (*c*) qui enveloppent immédiatement les granules adipeux (*d*), et dont les parois sont si minces, qu'à l'œil nu on serait tenté de prendre, pour une seule vésicule, l'agrégat de ces nombreuses petites cellules remplies de granules adipeux. On s'assure encore, dans cette opération, que chacune de ces masses partielles tient, par un point quelconque de sa surface, à la face interne de la vésicule qui la renferme; en sorte, qu'en suivant cette analogie, on doit admettre que les granules adipeux tiennent, par un *hile*, à la cellule qui les renferme, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le remarquer à l'égard du grain de fécule. Ce *hile* est invisible sur les granules de graisse ferme du mouton et du veau, parce qu'il a été comprimé comme toutes les facettes du granule adipeux; il est plus visible, au contraire, sur les granules de graisse molle à la température ordinaire, parce qu'alors l'action du liquide contenu, arrondissant la vésicule, fait saillir au dehors le *hile* pédonculé (fig. 35).

1488. Ces diverses vésicules (*a*, *b*), surtout les plus externes et les plus fortes, offrent à leur surface un réseau vasculaire rougeâtre; mais on reconnaît facilement que ces vaisseaux ont un calibre graduellement d'autant plus fort qu'ils approchent de plus près du point d'adhérence de la vésicule, et que c'est à ce point qu'ils s'abouchent avec l'un des vaisseaux de la vésicule plus grande qui les contient. Cette circonstance complète l'analogie de ce tissu cellulaire animal avec le tissu cellulaire végétal (1103); analogie que nous avons

déjà remarquée (1476), à l'occasion de la graisse humaine (pl. 10, fig. 40).

1489. C'est surtout dans le jeune mouton, dans l'âge presque embryonnaire, que la structure du tissu adipeux se montre avec les caractères que lui suppose la théorie. On fait figurer à cette époque (pl. 18, fig. 24) d'après le petit moineau que la fig. 24 présente sur le point de sortir de la poitrine, la graisse à cet âge s'offre sous l'épiderme sous la forme de jolies grappes de lobules blancs, distants entre eux, disposés comme des chapeteaux, sous une enveloppe générale transparente se confond avec le ton de la chair musculaire; on les distingue, à l'œil nu, sous l'épiderme de l'animal, et le canal intestinal et le mésentère (1476) et même à une loupe de deux puissances, chacun de ces lobules pour le rôle des grains de fécule. Les graisseux du mouton vus à 100 fois d'augmentation comme ils n'ont en réalité que  $\frac{1}{2}$  de diamètre, ils se montrent à ce grossissement avec un diamètre apparent de 2 millas, à-dire 15 fois plus petits que les grains de fécule du porc (1473), vus à un grossissement de 100 fois; car à la vue simple ou si faiblement grossie, ces lobules, comme les granules adipeux dont nous venons de parler, sont placés aux deux extrêmes de la vision. Ils adhèrent intimement au point de leur surface à la paroi interne de la cellule transparente qui les emprisonne; on déchire celle-ci et qu'on veut enlever les lobules avec la pointe d'une pince, on voit la membrane recouvrante, qui suit le contour des lobules, se déchirer et se détacher, obéissant pour ainsi dire à une éponge. La fig. 17, pl. 18, les représente vus par réflexion, et à un simple grossissement de 8 fois. Mais en reculant la vision, on reconnaît que la structure de chacun de ces lobules a perdu la simplicité qu'il avait d'abord. On trouve, au centre de ces lobules, est composé de petits, qui sont emprisonnés dans des cellules, exactement comme il l'était dans les compartiments de la membrane. La fig. 14 les représente grossis 50 fois, à l'aide de la réfraction; on croirait avoir ainsi une aggrégation de cellules végétales, ou de granules féculents (pl. 6, fig. 20), ou de cellules féculentes (ibid., fig. 35.)

Lorsque, par la dissection, on a enlevé les lobules de dernière formation, on les

huile liquide à la température ordi-

#### IV. Applications.

extraire la graisse destinée à la fabrication des chandelles, on jette en masse la graisse dans le bain-marie, et l'on tout est en fusion. Mais nous avons grand lobe est tapissé de vaisseaux doivent altérer d'autant la pureté du is semble que la fabrication trouve- l'avantage, sous ce rapport, à ma- e sous l'eau, comme on malaxe la traire les cellules adipeuses comme nidon, pour les fondre ensuite au ures de tout mélange, et réduites à le expression. C'est du moins ainsi procéder, lorsqu'on se propose de raisse à l'analyse élémentaire (224).

*les de la bonne foi que professe critique académique.*

, je crois, assez généralement re- xrotay de Blainville, dans le temps it, observait fort vite et citait tou- al, ce qui mettait les observateurs également en garde, et contre ses et surtout contre ses critiques; or, op dévoués ne prennent jamais des urs défauts; aussi l'école officielle porte un peu trop loin cette fidélité s la manière du maître; nous en xemple, qui se rapporte immédiate- que nous traitons, dans un travail urnal qui, grâce aux largesses mi- e public sous les auspices de Blain- . franç. et étrang. d'anatomie, e 2). Le rédacteur nous y fait l'hon- e presque textuellement l'historique ui ont eu l'étude des graisses pour se trouve à la suite de notre pre- ublié, il y a plus de dix ans, dans le anatomie, tom. III et V; mais il le anière des analyses du Journal de ale (1035), c'est-à-dire en ayant l'air vé tout seul. Il se rencontre ensuite r un hasard plus heureux, sur tous incipaux de notre mémoire, et se à nous pardonner tout ce qu'il us avons bien vu. Mais tout à coup e flatteuse nous abandonne, et mal- c'est encore en nous transcrivant,

— TOME I.

ce qui est une par trop fidèle imitation du genre de talent qui caractérise les rapports académi- que de Blainville. Voici sur quoi porte le premier grief du critique : « Tous les auteurs, qui ont » admis l'existence de ces vésicules, ont prétendu » que chacune d'elles recevait un pédicule vascu- » laire, qui se ramifiait dans ses parois. Ce fait a » été répété, depuis Malpighi, par tous ses succes- » seurs, plus tard par Hunter, et dans ces derniers » temps par Béclard et par M. Raspail. » Il semble que quand on assure avec tant de fermeté, on a dû vérifier l'assertion de tête reposée; et pourtant nous sommes forcé d'avouer que jamais Malpighi n'a dit ce que l'auteur lui prête, et qu'ensuite nous, nous avons dit tout le contraire de Malpi- ghi, et, par conséquent, tout le contraire de ce que le critique mal inspiré nous fait dire. Nous transcrivons textuellement le passage de notre premier mémoire, auquel l'auteur fait allusion. « Les vaisseaux (dont parle Malpighi), y disions- » nous, ne sont autre chose que les points de » contact des granules graisseux entre eux; et tout » cet appareil eût disparu aux yeux de Malpighi, » s'il avait écarté les uns des autres les granules » adipeux. On peut se faire une idée de ce que » nous avançons par la fig. 6, pl. 11, qui repré- » sente les granules adipeux de la graisse de veau » disposés les uns contre les autres, et offrant par » réfraction une espèce de réseau qui ne provient » que de leurs instertices (\*). » Dans ce premier mémoire, où l'auteur a puisé ses citations, nous disions donc positivement le contraire de ce qu'il nous fait dire, et nous expliquions, par une illu- sion d'optique, ce que Malpighi avait bien vu, mais mal interprété. La figure de ce travail, nous l'avons reproduite pl. 7, fig. 5, de la première édition du *Nouveau système de chimie organi- que*, et pl. 10, fig. 54, de cette deuxième édi- tion.

1492. Il est vrai que dans le texte de la pre- mière édition, p. 191, § 428, qui est reproduit textuellement dans celle-ci, on trouve la phrase suivante : « Ces diverses vésicules (a, b), surtout les plus externes et les plus fortes, offrent à leur surface un réseau vasculaire rougeâtre. » Vous le voyez, s'écrierait Blainville dans un rapport aca- démique, l'auteur a réellement émis l'opinion que nous lui avons attribuée! Il paraît que son école a fait la même exclamation, en écrivant son re- proche. Mais malheureusement il se trouve que

(\*) *Recherches sur les graisses et les tissus adipeux*, pag. 15 du mémoire imprimé dans la *Répertoire d'anatomie*, en 1827.

ces messieurs ont commis, en traduisant du français, le même contre-sens qu'a déjà commis l'Académie en traduisant le latin de Leeuwenhoeck (1667, 50) ; elle a pris, pour la paroi des granules adipeux, les membranes du tissu cellulaire, dont nous avons décrit les emboîtements ; et pourtant nous avons eu soin de marquer les unes et les autres par des lettres ; c'est-à-dire, si on veut bien prendre la peine, dont la critique subventionnée a cru devoir se dispenser, et confronter le texte avec la fig. 39, pl. 10, on trouvera que de son académique gré, la critique a attribué aux organes notés (*d*) ce que nous ne disions que des membranes notées (*a* et *b*) ; et sur celles-ci le réseau vasculaire se voit à l'œil nu.

1493. Ainsi nous n'avons rien dit d'analogie à ce que nous prête la critique ; et nous ne saurions nous expliquer, si nous ignorions le dieu qui l'a inspirée, comment, après avoir copié fidèlement pour son compte, les points principaux du travail, elle s'est tout à coup départie de cette fidélité, quand de guerre lasse, il lui a pris fantaisie de retourner son bout de plume contre nous. Mais la critique subventionnée est comme la poésie : elle réussit mieux dans la fable que dans la vérité ; passons à une autre espèce de ces fables.

1494. Depuis que la théorie vésiculaire s'est glissée des mains du plagiat académique, pour se faire jour en son propre et privé nom, Ducrotay de Blainville a juré au pouvoir de la lui ramener morte ou vive : car lui seul a découvert le défaut de la cuirasse, et ce défaut se trouve juste au point que nous avons désigné, chez les organes microscopiques, sous le nom de *hile* (1001, 1411, 1441) ; il a mis, à la piste des *hiles*, les élèves qui travaillent sous ses inspirations ; et ici la couronne est à celui qui revient sans en avoir trouvé ; à ceux qui ont la maladresse d'en avoir aperçu sur leur passage, il leur dit : Chut ! n'en parlons pas ; cela ne prouve rien. Or nous avons eu la hardiesse grande de nous fonder sur l'analogie, qui est la prévoyance de la classification : nous avons dit : Il suffit que je rencontre des organes adhérents par un point de leur surface, et emportant avec eux, lorsqu'on les détache, la trace de leur adhérence, le funicule de leur communication, leur *hile* enfin, pour pouvoir prononcer, sans craindre de commettre un sophisme, que le même *hile* existe sur tous les organes analogues, sur lesquels sa petitesse ou un accident peut le rendre invisible à nos moyens d'observation. Ce raisonnement est à la portée du plus jeune et du moins intelligent des élèves ; les botanistes admettent, comme

un article de foi, l'existence du *hile* sur d'*Orchis*, d'*Orobanche*, sur lesquels il est visible de le distinguer. Mais, a dit Parlat, la vérité n'est pas partout la même ; elle change avec les temps, les hommes et les lieux ; ici ces messieurs ont pris au sérieux l'avis acerbe du grand homme ; et quand il s'agit de graisses, la vérité n'est plus à leur portée ; l'analogie comme lorsqu'il s'agit de vérités, la vérité tient ici à une seule lettre. En ce cas, l'un des protégés a eu pour tâche spéciale de voir une à une toutes les observations sur les spongilles et l'alcyonelle ; il les a trouvées exactes, qu'il le copie, mais en citant que pas Blainville, comme c'est d'être exact, les œufs de la spongille le *hile* est visible, qu'on ne saurait le nier ; mais l'École dit : « Qu'est-ce que cela prouve ? » Passons à l'alcyonelle. Ici je n'en ai pas aperçu sur un jeune homme. Mais il est vrai que l'auteur l'a aperçu qu'une fois. — « Bien, s'écrie Parlat ; vous le voyez, le *hile* n'existe pas sur *ni*, *hilum*, pas même de l'épaisseur d'un poil, comme l'auraient dit les anciens ; il n'existe pas sur l'autre, où on le voit clairement. » — Un autre a été mis à la recherche des taches du travail de la graisse ; il en a trouvé une, nous venons d'effacer l'une ci-dessus ; la tache relative à ce *hile*, qui empêche de distinguer la tache ; récompense honorable à celui qui a trouvé une tête seulement de *hile*. Or nous avons vu les granules de graisse isolés, sur lesquels se voit le mieux, sont les granules de porc et ceux d'insectes ? La récompense ne saurait être adjugée à ceux-là ; mais on les voit bien munis d'un *hile*. Mais nous observons que sur les granules de graisse on obtient fermes et amylacés, le *hile* ne se voit pas plus que sur les grains d'*Orobanche* par la même raison, parce qu'il a cassé ceux-là que la subvention se rabat, et triomphe en assurant qu'elle n'a pas été trompée que nous. On comprend ce que sont ces sortes de travaux, où l'auteur critique seul les faits à la critique, qui les reçoit pour vrais, et n'a pas ainsi besoin de les vérifier elle-même ; voici la recette de ce procédé : vous faire une critique ? prenez le travail de l'auteur ; encadrez certains alinéas à l'encre bleue et certains autres à l'encre rouge ; à l'encre bleue tous ceux où l'auteur dit positivement : Copiez les premiers et les seconds pour voir

tant les premières per-  
partout où se trouve je  
place l'auteur; il fau-  
ne, pour reconnaître le  
, dans cette malice, ma-  
u à un rapport académi-  
à l'ordre, qu'a procédé  
et vraiment nous ferions  
réponse ne s'adressait  
non à un mauvais prin-

is par une plaisanterie;  
les seuls à nous en per-  
quelquefois la marotte.  
ticle du journal (\*) (cet  
que le hile est plus vi-  
le graisse molle; mais  
est plus visible qu'un fait  
e quelque chose de plus  
, ce n'est pas assez pour  
e qui nous rassure, c'est  
ase, le critique ne l'était  
ayons assez bonne mé-  
rtant pris la peine de  
, tout ce que nous avons  
depuis dix ans sur les  
ous n'avons pas le ta-  
les Blainville, celui de  
us les ans et nos idées  
bien! nous n'avons rien  
la plaisanterie française  
enons de copier textuel-  
ir notre propre compte;  
argnée, s'il avait cité la  
onctualité. Pour réfuter  
l'atticisme, il suffit d'op-

voici nos phrases tex-  
es de graisse de porc)  
sphériques, oblongs et  
un hile BIEN PLUS VISIBLE  
e, que celui que j'ai dé-  
les végétaux qu'on avait  
és. » (*Recherches phy-*  
page 4, imprimées dans  
*l'anatomie*, 1827). —  
rondis, oblongs,  
un hile BIEN  
que celui que  
qu'on

avait crus jusqu'ici isolés. » (*Nouv. syst. de chi-  
mie organique*, première édit. 1833, pag. 185);  
cette phrase se trouve reproduite textuellement  
dans cette nouvelle édition; et il est évident que  
par ces derniers globules, nous avons voulu dési-  
gner les granules d'amidon (1001), ceux de pollen  
(1411), ceux de lupuline (1441), etc. Ces citations  
nous dispensent de nous occuper plus longue-  
ment de la critique; nous lui avons fait déjà trop  
d'honneur; nous l'avons exhumée; mais il faut  
être bon même envers ses ennemis; nous prions  
le lecteur d'être aussi bon que nous, et de nous  
pardonner ce paragraphe.

## DEUXIÈME GENRE.

### ALBUMINE ANIMALE (1272).

1496. *L'albumine animale* est une substance  
coagulable par la chaleur (70° environ), par l'al-  
cool, l'acide sulfurique concentré, la potasse  
concentrée, le tannin, et blanche comme le lait  
sous cette forme; soluble au moins en partie dans  
l'eau froide, dans l'ammoniaque et la potasse ou  
la soude très-étendue, les acides acétique, phos-  
phorique, hydrochlorique. Le blanc d'œuf est le  
type de cette substance, et c'est sur cet *albumen*  
que je vais en étudier les caractères (\*\*)

#### § 1. Organisation du blanc de l'œuf (albu- men). — Substances soluble et insoluble.

1497. Placez au porte-objet du microscope, une  
couche de blanc d'œuf, avec assez de précaution  
pour que vous soyez en droit de penser que, dans  
le cas où cette substance serait un tissu, les  
mouvements de l'opération n'en auraient pas al-  
téré l'organisation; l'observation directe et le rai-  
sonnement se réuniront pour vous convaincre  
que cette albumine n'est nullement une substance  
homogène.

1498. Car, en faisant mouvoir de droite à  
gauche le miroir réflecteur, on voit, par l'effet du  
jeu de la lumière, des réseaux nuageux s'entre-  
croiser. Or cet effet d'optique n'aurait pas lieu,  
si l'albumine ne se composait au moins de deux  
substances hétérogènes; il est évident, en effet,





mus. Donc, ainsi que nous  
r à l'égard des tissus vé-  
se forment par le rappro-  
de la substance soluble,  
, la substance soluble se  
lules.

logique de l'incubation de  
incontestable de ce que  
dans les paragraphes pré-  
ation cellulaire de l'albu-  
hacun sait que l'albumine  
ondu par la poule est li-  
lait ; de jour en jour, il  
le plus en plus ferme, et  
r la chaleur. Que si on en  
nombre, pour étudier jour  
l'incubation, on ne tarde  
e dessiner plus distinctes,  
se distribuer du centre  
ice. Peu à peu, les grandes  
fiant à la nutrition et au  
ryon, la substance liquide  
ivement, et dans ce but,  
oulet est sur le point de  
trouve l'albumine tapis-  
réseau de cellules médul-  
esquelles serpentent et se  
les artères qui partent du  
tte époque, le tissu cel-  
n est réduit, comme la  
a simplicité de ses parois.  
ce joli résultat fig. 20,  
elit inoineau grossi trois  
donc ici le rôle du péri-  
gétale, et toutes ces cir-  
une analogie complète  
végétaux (1524), et l'albu-

*azote que l'analyse  
e dans l'albumine.*

rons établi à l'égard du  
l'applique exactement au  
allons invoquer, en  
preuves nouvelles.  
Albumine, aban-  
bien plus vite  
ait été bien

lavé à l'eau. Soumis à l'action d'une chaleur  
désorganisatrice, il répand des vapeurs ammonia-  
cales en abondance, tandis que l'autre en donne  
à peine des traces. Or il doit déjà paraître plus que  
probable que l'ammoniaque, ou, si l'on veut, l'azote  
qui existe dans l'albumine, est étranger à son  
organisation, puisque, ramenée à une certaine  
forme et coagulée, soit spontanément, soit arti-  
ficiellement, celle-ci peut s'en dépouiller par  
les lavages. Cette probabilité se rapprocherait  
de l'évidence, s'il était possible de constater,  
dans l'albumine fraîche même, la présence des  
sels ammoniacaux. Or rien n'est plus facile que  
d'obtenir ce résultat. En effet, si on laisse évapo-  
rer, sur le porte-objet du microscope, une goutte  
d'albumine filtrée et étendue d'eau pure, il ne  
tarde pas à s'y former une quantité assez considé-  
rable de ramifications (pl. 8, fig. 12, *dd'*), que nous  
démontrerons être de l'hydrochlorate d'ammo-  
niaque, dans la deuxième classe de ce système.  
L'existence d'un sel ammoniacal une fois con-  
statée dans l'albumine liquide, il est permis d'en  
supposer d'autres à même base dans cette sub-  
stance (\*).

1508. Mais alors que doit devenir l'ammonia-  
que dans l'analyse élémentaire ?

Nous l'avons déjà suffisamment expliqué en  
traitant cette question *ex professo*, et d'une  
manière générale § 837 ; nous y renvoyons nos lec-  
teurs, ainsi qu'au § 845, où se trouve l'analyse  
élémentaire de l'albumine, interprétée d'après  
cette théorie.

1509. L'albumine animale étant un tissu orga-  
nisé et d'approvisionnement, doit contenir au  
moins un aussi grand nombre de substances  
hétérogènes que le gluten lui-même : de l'huile,  
des sels organiques et inorganiques. La chi-  
mie analytique ne s'était pas même donné la  
peine de soupçonner ces choses ; et elle avait  
procédé, avec la même assurance, que dans  
l'analyse des substances immédiates obtenues à  
l'état d'isolement parfait. On avait seulement pré-  
sumé qu'elle renfermait un peu de soufre, vu  
qu'elle noircissait les vases d'argent ; mais on  
n'avait pas poussé plus loin les recherches, parce  
qu'ici, comme ailleurs, on négligeait entièrement  
de faire la part des cendres. D'où il suit que les  
nombres fournis par les diverses analyses, ne  
sauraient représenter, en aucune manière, la na-

dont cette substance, disait-il, renferme une petite quantité, qui se  
dégage par la décomposition de l'albumine. (*Traité de chimie*,  
1824, tom. IV, pag. 360.)

l'albu-  
melle  
ité

qu'un liquide homogène ne réfracterait pas la lumière de deux manières différentes.

1499. Lorsque la couche albumineuse est restée quelque temps appliquée contre le porte-objet, et surtout à l'époque à laquelle la dessiccation commence, on voit ce tissu transparent offrir peu à peu de grandes bosselures et comme des espèces de grands globules, plus ou moins agglutinés entre eux, ainsi que des plis anastomosés comme des vaisseaux (pl. 7, fig. 14). Or cette circonstance n'a pas lieu à l'égard d'un liquide homogène qui se dessèche spontanément, par exemple, à l'égard de la gomme arabique purifiée à travers plusieurs filtres; les molécules d'un liquide, en effet, tendent à rester toujours de niveau.

1500. D'un autre côté, ces deux substances hétérogènes ne peuvent être supposées exister sans ordre et d'une manière confuse dans l'albumine, puisque l'effet de la lumière, produit par le mouvement du miroir réflecteur, a lieu, avec la même intensité, sur tous les points de la surface observée. A l'œil nu de même, une masse d'albumine de l'œuf, pourvu qu'elle ne soit pas altérée, offre, par réflexion comme par réfraction, la même homogénéité de structure et la même diaphanéité dans toute sa substance; ce qui achève de prouver que les deux substances hétérogènes, que l'observation microscopique permet d'abord d'y supposer, s'y trouvent dans un arrangement régulier et non associées pêle-mêle et sans ordre, et qu'elles jouissent d'un pouvoir réfringent très-voisin l'un de l'autre; car autrement, au lieu de paraître diaphane, l'albumine aurait l'aspect laiteux et opaque des liquides, qui tiennent en suspension des substances de nature diverse (27).

1501. L'analogie doit porter à penser que ces deux substances se trouvent, dans l'albumine, l'une à l'état de tissu, et par conséquent insoluble, et l'autre à l'état de liquide renfermé dans les cellules du tissu. Pour vérifier cette donnée, il suffit d'agiter, dans l'eau distillée, de l'albumine fraîche de l'œuf de poule. L'agitation rend l'eau laiteuse, et l'on y voit flotter, même à l'œil nu, une quantité assez considérable de larges fragments de tissus blancs et membraneux. Jetée sur un filtre, l'eau passe limpide et incolore, et il reste, sur le filtre, une masse blanche, élastique, qui se tire en filaments comme le gluten, qui refuse de se dissoudre dans l'eau. Cette masse n'est que la

somme de tous les fragments, qu'on suspendus dans le liquide avant la filtration. Le liquide filtré, évaporé spontanément sur une lame de verre, offre au microscope la même homogénéité, la même couleur légèrement laiteuse, les mêmes ondulations et les mêmes bosselures qu'une couche desséchée de gomme (pl. 7, fig. 15); exposé à l'action de la chaleur, il devient laiteux et se coagule; abandonné de l'air, il se corrompt et se remplit d'un genre *monade*; il présente du reste d'autres caractères que nous avons analysés plus haut au liquide albumineux.

1502. En conséquence, l'albumine de poule se compose d'un tissu insoluble régulièrement, qui renferme dans ses mailles une substance soluble beaucoup plus altérable que le tissu.

Les chimistes avaient déjà reconnu l'existence d'une albumine soluble et d'une autre insoluble dans l'eau; mais ils n'avaient pas encore remarqué que ces deux sortes d'albumine existent simultanément dans le blanc d'œuf, et ont rangé cet *albumen* dans la classe de substances insolubles (1275).

1503. Nous rappellerons encore ici que le réseau cellulaire peut dérober à l'œil de l'observateur le réseau de ses cellules polyèdres, sans que l'ensemble soit organisé. Certaines substances solubles, dans un état de condensation, se rapprochent par leur nature chimique, et par leur pouvoir réfringent, des cellules qui les renferment, quelquefois qu'il n'existe aucun vide, soit entre les cellules, soit dans leur sein, la lumière passe à travers toutes les deux de la même manière, et confondent ainsi à nos yeux (577). Si l'on retire, autour des parois extérieures d'une cellule, il existe une solution de continuité dans le canal vasculaire, et qui soit ou rempli d'une substance différente de la substance renfermée dans ce canal dévie les rayons lumineux et dessine les contours de la cellule (fig. 10) (\*).

1504. Mais la substance insoluble de l'œuf ne le devient que graduellement, et il est une époque où elle se distingue sous ce rapport, de la substance soluble qu'on observe sur les œufs frais, c'est

(\*) L'albumine se composant d'un tissu insoluble et d'une substance soluble dans l'eau, mais dont le pouvoir réfringent ne diffère pas de la première, il est évident qu'elle doit conserver sa transparence, sa diaphanéité, jusqu'à ce qu'on l'agite

dans l'eau. Car alors l'eau, étendant la substance insoluble, communique un pouvoir réfringent différent de son propre. Le liquide paraît alors laiteux, parce qu'il renferme des particules qui dévient inégalement les rayons lumineux.

phénomène; une chaleur violente addition, le produit subitement et plus intense, parce que la dilatation cellulaires donne alors accès à une absorption de substance, et à une position sur une plus vaste échelle. Le produit un effet contraire, en détruisant l'intérieur des cellules, et l'intérieur ulcératoire, des molécules aqueuses, il ne saurait s'opérer la moindre car rien ne se combine à sec.

Au même temps il est nécessaire de détruire la réaction capable de produire de l'albumine, quand même elle est l'emploi d'un réactif, qui, par lui-même dissoudre cette substance ani-

mal coagule en blanc l'albumine, et même dans l'eau. L'alcool opère ici, et les molécules d'eau de la substance.

### *Action des bases sur l'albumine.*

*Solutions alcalines*, même les carbonates, dissolvent l'albumine, et s'opposent à sa coagulation par le feu; mais, la potasse et la soude produisent beaucoup de chaleur en saturant des parties aqueuses, et l'albumine, si l'on n'a pas la précaution préalable de ces réactifs d'eau et le refroidissement complet du mé-

### *Action des acides sur l'albumine.*

L'acide sulfurique coagule en blanc et même. S'il est en excès, il finit par se dissoudre si l'on a eu soin de dissoudre dans l'acide une certaine quantité d'albumine se colore en purpurin d'autant que les quantités de sucre et d'alcool sont plus grandes. Cette coloration est due que l'acide s'étend d'eau, et quand on abandonne le mélange à l'air nous verrons, à l'article du sucre, que la substance est ce réactif dans les

de ce phénomène, et voici les résultats auxquels je suis parvenu (\*).

1521. Je mélangeai, avec du sel marin très-pur, de l'albumine fraîche de l'œuf de poule; et l'acide sulfurique concentré, versé sur le mélange, me donna un *coagulum* tout aussi jaune que dans le cas précédent; il sembla m'offrir la même odeur, laquelle se rapportait, au moins pour mon odorat, à celle du chlore.

1522. Si l'on verse de l'acide sulfurique concentré, sur le *coagulum* blanc albumineux, produit par l'acide hydrochlorique, le *coagulum* devient d'un jaune d'or.

1523. Si l'on mêle d'abord ensemble l'acide hydrochlorique et l'acide sulfurique également concentrés, il se produit une effervescence qui fait jaillir au dehors une petite pluie acide; après cette première effervescence, il se manifeste un dégagement de bulles qui partent du fond du vase; mais le liquide reste incolore. Mais dès qu'on verse ce mélange sur l'albumine fraîche, elle se coagule en jaune d'or. Si l'on place doucement la couche d'albumine à la surface du mélange incolore des deux acides, l'albumine se coagule en jaune, par tous les points qui touchent la surface des acides, et en blanc par tous les points qui sont en dehors.

1524. L'acide nitrique, versé sur un triple mélange d'acide hydrochlorique, de sel marin et d'albumine, ne change la couleur blanche du *coagulum* en jaune, que vingt-quatre heures après.

1525. Si l'on fait passer un courant de *chlore* à travers l'albumine, l'albumine se coagule en blanc à la surface, mais conserve sa couleur habituelle dans l'intérieur. Sa substance ne rougit point le tournesol. Mais dès qu'on y verse de l'acide sulfurique concentré, ce mélange se coagule en jaune d'or.

1526. Un papier tournesol mouillé placé au-dessus du mélange jaune d'acide sulfurique, de sel marin et d'albumine, rougit à la longue, mais bien plus tard qu'au-dessus d'un mélange d'acide sulfurique et de sel marin.

1527. La première conséquence à tirer de ces expériences est que, par l'effet de la décomposition putride (1255), le sel marin que contient l'albumine de l'œuf de poule a été mis en liberté. La seconde est que l'albumine joue ici un rôle analogue à celui du *manganèse*, dans l'extraction du *chlore* du sel marin par l'acide sulfurique, c'est-à-dire que, soit par l'effet des sels qu'elle ren-

(\*) *Annales des sciences l'observatoire*, tom. II, page 287 1825.

ture, et qu'ils varieraient du reste, selon qu'on soumettra à l'analyse l'albumen d'un œuf plus jeune ou plus âgé, ou l'albumine tenue en suspension ou en dissolution dans un liquide; pour nous, nous n'attachons pas, aux nombres classiques, plus d'importance qu'on n'en attache à des données approximatives; et nous sommes convaincu qu'en ce point, toutes les fois que deux auteurs s'accordent en tout ou se rapprochent, c'est que l'un a voulu flatter l'autre, et a donné à ses chiffres le *coup de pouce* bienveillant, pour ne servir d'une expression de laboratoire. C'est avec ces réserves que nous transcrivons ici les analyses de l'albumine publiées par trois auteurs différents.

	Carbone.	Oxyg.	Hydrog.	Azote.
Gay-Lussac (228) (albumine de l'œuf) . . . . .	52,883	23,872	7,540	15,705
Michaelis (du sang artériel) . . . . .	53,009	24,436	6,993	15,562
id. (du sang veineux) . . . . .	52,552	24,484	7,639	15,595
Prout (243) (du sang veineux) . . . . .	49,750	26,925	7,775	15,550
Moyenne en nombres ronds (257) . . . . .	53	25	7	15

§ III. Action de la chaleur sur l'albumine.

1510. Si l'on soumet la masse albumineuse de l'œuf à l'action de la chaleur, elle devient d'abord blanche et opaque, puis ensuite dure, cassante et diaphane; car le retrait qu'éprouvent les deux substances, par la dessiccation, s'étant opéré d'une manière uniforme, elles finissent par conserver l'identité de leur pouvoir réfringent.

1511. Si l'on soumet à l'action de la chaleur la substance soluble, délayée dans une faible quantité d'eau, l'eau perd sa limpidité; il s'y forme des *coagulum*, analogues aux lambeaux du tissu insoluble. Mais si l'eau est en grand excès, par rapport à la substance soluble, la coagulation ne s'opère qu'après l'évaporation d'une partie de l'eau.

1512. Une fois coagulée par l'action de la chaleur, la substance, auparavant soluble, refuse de se redissoudre dans l'eau; elle est devenue tissu insoluble.

1513. Il n'en est pas de même, si on l'a amenée à l'état d'une complète dessiccation par le vide; l'albumine n'en conserve pas moins sa solubilité, de même que, lorsqu'elle s'est desséchée spontanément sur une lame de verre (1501). L'effet du vide ne diffère de la dessiccation spon-

tanée, qu'en permettant d'opérer sur grande masse, sans exposer la substance à putréfier.

1514. Fourcroy avait attribué la coagulation de l'albumine par la chaleur à un effet de solution; mais on a fait observer que l'albumine coagule tout aussi bien dans le vide que dans l'eau purgée d'air que dans l'eau. Mais Fourcroy et les chimistes qui l'ont tenu compte que de l'action de la chaleur, et ils ne se sont nullement occupés de l'albumine renfermée dans le réseau vasculaire de l'œuf, lequel peut jouer un très-grand rôle dans la coagulation de l'albumine, lorsqu'on soumet l'albumine à l'action de la chaleur. En ayant recours et à la microscopie et à la chimie, nous avons compris la structure et la destination de l'albumine, et aux phénomènes physiques de l'accroissement des tissus, il nous sera facile de placer quelques jalons, pour arriver à découvrir la cause immédiate de la coagulation de l'albumine. 1° L'albumine est un tissu mou et composé de cellules imperforées, auxquelles se distribue un réseau d'interstices; et portent çà et là les éléments organiques; ce tissu, en apparence si homogène, chaque cellule occupe un compartiment séparé; et à l'opposé de la circulation rien ne saurait se combiner par double décomposition, n'est en contact. 2° Nous avons vu que les cellules organiques se développent en se solidifiant, en se solidifiant en s'ossifiant, en s'assimilant des substances terreuses; si cette solidification avait lieu dans le tissu, elle prendrait le nom de coagulation. 3° Supposons maintenant un tissu mou, résultant de la combinaison de la substance organique avec l'ammoniaque (836), et dans des cellules autour desquelles circule un réseau vasculaire, un liquide riche en sels, en carbonate de chaux par exemple. Si, par une cause quelconque, que le liquide de la circulation vint rencontrer le liquide contenu dans les cellules, il y aurait double décomposition au premier contact; le tissu, échangeant l'ammoniaque contre la base terreuse, se solidifierait et coagulerait. Supposons, par exemple, que l'ammoniaque existe, à l'état de phosphate soluble, et que le sel calcaire de la circulation soit un acétate qui est soluble également; le liquide inclus et du liquide circulant se solidifierait et coagulerait le tissu. Or la coagulation, en imprimant un mouvement à la circulation, produit lentement

phénomène; une chaleur violente lition, le produit subitement et plus intense, parce que la dilatation cellulaire donne alors accès à une absorption de substance, et à une exposition sur une plus vaste échelle.

Il produit un effet contraire, en détruisant l'intérieur des cellules, et l'intérieur de la cellule, des molécules aqueuses, il ne saurait s'opérer la moindre réaction car rien ne se combine à sec.

En ce temps il est nécessaire de détruire la réaction capable de produire de l'albumine, quand même elle est de l'emploi d'un réactif, qui, par lui-même dissout cette substance ani-

Il coagule en blanc l'albumine, et dans l'eau. L'alcool opère ici, les molécules d'eau de la substance.

#### Effet des bases sur l'albumine.

Solutions alcalines, même les carbonates, dissolvent l'albumine, et s'opposent à la coagulation par le feu; mais, la potasse et la soude produisent beaucoup de chaleur en saturant des parties aqueuses, l'albumine, si l'on n'a pas la précaution de refroidir préalablement ces réactifs d'eau, se refroidissement complet du mé-

#### Effet des acides sur l'albumine.

L'acide sulfurique coagule en blanc et dur. S'il est en excès, il finit par dissoudre; si l'on a eu soin de dissoudre dans l'acide une certaine quantité d'albumine se colore en purpurin d'au-dessus que les quantités de sucre et d'albumine sont plus grandes. Cette coloration est plus étendue que l'acide s'étend d'eau, et lorsqu'on abandonne le mélange à l'air. Nous verrons, à l'article du chlorure, l'importance est ce réactif dans les expériences.

Si l'on soumet à la même épreuve l'albumine à un certain état de décomposition, quelques jours après son exposition à l'acide sulfurique la coagule en blanc. J'ai voulu reconnaître la cause

de ce phénomène, et voici les résultats auxquels je suis parvenu (\*).

1521. Je mélangeai, avec du sel marin très-pur, de l'albumine fraîche de l'œuf de poule; et l'acide sulfurique concentré, versé sur le mélange, me donna un *coagulum* tout aussi jaune que dans le cas précédent; il sembla m'offrir la même odeur, laquelle se rapportait, au moins pour mon odorat, à celle du chlore.

1522. Si l'on verse de l'acide sulfurique concentré, sur le *coagulum* blanc albumineux, produit par l'acide hydrochlorique, le *coagulum* devient d'un jaune d'or.

1523. Si l'on mêle d'abord ensemble l'acide hydrochlorique et l'acide sulfurique également concentrés, il se produit une effervescence qui fait jaillir au dehors une petite pluie acide; après cette première effervescence, il se manifeste un dégagement de bulles qui partent du fond du vase; mais le liquide reste incolore. Mais dès qu'on verse ce mélange sur l'albumine fraîche, elle se coagule en jaune d'or. Si l'on place doucement la couche d'albumine à la surface du mélange incolore des deux acides, l'albumine se coagule en jaune, par tous les points qui touchent la surface des acides, et en blanc par tous les points qui sont en dehors.

1524. L'acide nitrique, versé sur un triple mélange d'acide hydrochlorique, de sel marin et d'albumine, ne change la couleur blanche du *coagulum* en jaune, que vingt-quatre heures après.

1525. Si l'on fait passer un courant de *chlore* à travers l'albumine, l'albumine se coagule en blanc à la surface, mais conserve sa couleur habituelle dans l'intérieur. Sa substance ne rougit point le tournesol. Mais dès qu'on y verse de l'acide sulfurique concentré, ce mélange se coagule en jaune d'or.

1526. Un papier tournesol mouillé placé au-dessus du mélange jaune d'acide sulfurique, de sel marin et d'albumine, rougit à la longue, mais bien plus tard qu'au-dessus d'un mélange d'acide sulfurique et de sel marin.

1527. La première conséquence à tirer de ces expériences est que, par l'effet de la décomposition putride (1255), le sel marin que contient l'albumine de l'œuf de poule a été mis en liberté. La seconde est que l'albumine joue ici un rôle analogue à celui du *manganèse*, dans l'extraction du *chlore* du sel marin par l'acide sulfurique, c'est-à-dire que, soit par l'effet des sels qu'elle ren-

(\*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. II, pag. 287 1829.



ferme, soit par celui de son organisation, elle empêche le chlore de s'hydrogéner, ou elle décompose l'acide hydrochlorique, à l'instant où il se dégage; en sorte que de ce triple mélange (*albumine, sel marin et acide sulfurique*) il ne se dégagerait de l'acide hydrochlorique qu'alors que celui-ci aurait échappé au contact de l'albumine, de même que, dans le triple mélange de *manganèse, sel marin et acide sulfurique*.

1528. Les *acides acétique et phosphorique* ne précipitent pas l'albumine; mais ce dernier la précipite, lorsqu'on s'en sert immédiatement, après qu'il a été desséché par la chaleur rouge; il perd encore cette propriété, lorsqu'il est resté quelque temps dissous dans l'eau.

1529. Ce phénomène singulier ne proviendrait-il pas de ce que l'acide phosphorique, après avoir été soumis à l'action de la chaleur rouge, et après avoir été ainsi dépourvu entièrement de son eau de cristallisation, aurait moins d'affinité pour l'eau qu'auparavant, refuserait plus longtemps de s'y dissoudre, que l'eau alors en contiendrait une grande quantité en suspension presque invisible, et que ces cristaux tenus en suspension, s'attachant aux molécules d'albumine qu'ils y rencontreraient, les coaguleraient, en leur enlevant les molécules aqueuses de leur tissu organique?

1530. Le *tannin*, surtout sa dissolution alcoolique (1517), précipite l'albumine et la rend insoluble et poisseuse, comme du cuir trop tanné.

1531. L'*iode* et le *brome* coagulent aussi l'albumine, et troublent le liquide qui la contient. Il en est de même de tous les acides forts et concentrés. L'*iode* jaunit d'abord le coagulum, mais cette couleur disparaît par un plus long contact; il se transforme en acide iodique et hydriodique aux dépens de l'albumine.

1532. L'*acide nitrique* la coagule en jaune.

1533. Le *chlore* la coagule en blanc de neige.

1534. Mais l'*acide hydrochlorique* nous offre une réaction aussi intéressante au moins que celle du *sucré sulfurique* (1525). Si l'on verse de l'acide hydrochlorique concentré sur l'albumine fraîche de l'œuf de poule, la chaleur produite par ce mélange est si forte que l'albumine se coagule en beau blanc; mais bientôt, si l'acide est en excès, il dissout peu à peu l'albumine, et le liquide devient d'abord purpurin, puis violet, puis d'un superbe bleu.

1535. Parmi toutes les réactions des acides sur

l'albumine, il en est une extrêmement par les circonstances illusoires, qu'el ter aux analyses en grand des substai ques; non-seulement certains acide l'acide acétique, dissolvent l'albumi CORE ILS LA RENDENT SOLUBLE DANS L'A ET DANS L'EAU BOUILLANTE (1276), PORTIONS FORTEMENT APPRÉCIABLES (\*).

#### § VI. Action du courant voltaïque sur l'albumine.

1536. Brandes a observé qu'exposant voltaïque l'albumine se coagule du fil positif. Il s'en coagule aussi quantité au fil négatif, et si l'on prolonge l'expérience, il paraît que cette substance se coagulerait à une égale des deux fils.

1537. Mais on aurait tort d'attribuer même à une action occulte du courant. Il existe, en effet, dans cette expérience, causes suffisantes de coagulation: 1° la position des sels que renferme l'albumine, la position de l'eau et par conséquent l'effet de tout ce qui entoure le fil positif; 2° le développement de l'oxygène; 3° l'on remarque, lorsqu'on soumet des tissus organisés et cellulaires à l'action de la chaleur, une grande portion peut provenir de causes chimiques, et des nouvelles substances inorganiques contenues dans les tissus organisés.

#### § VII. Identité de la fibrine et de l'albumine insoluble.

1538. La chimie ancienne, fidèle à ses principes, qui lui servaient de base, s'obstinait à trouver des différences entre deux substances identiques, mais obtenues de deux sources différentes. La fibrine, obtenue du sang par la coagulation, avait beau se comporter avec la même manière que l'albumine, cela n'empêchait pas l'esprit de l'expérimentateur; et l'on ne vit que l'albumine se dissolvait moins facilement dans l'acide acétique et dans l'ammoniaque que la fibrine, et qu'elle n'agissait pas sur l'eau oxygénée, tandis que la fibrine en dégage de l'oxygène.

plus cohérents qu'ils sont plus âgés [857]. L'occasion de remarquer que l'acide acétique ne dissolvait jamais toute la substance albumineuse.

(\*) Il ne faut pas perdre de vue non plus que l'albumine étant un tissu organisé, elle est loin de posséder des propriétés identiques dans toute sa substance; car les tissus sont d'autant

faisait pas alors la remarque ,  
t la fibrine sont loin d'être des  
qu'elles renferment dans leur  
nent les sels qui leur sont pro-  
les sels qu'elles peuvent empri-  
a manipulation ; que par consé-  
autres substances organiques  
ature des organes d'où on extrait  
it raisonnable d'attribuer, à la  
substances étrangères , les deux  
gères du reste , que l'albumine et  
ues sous tous les autres rapports,  
d'offrir.

ait pas cru avoir besoin de re-  
que les caractères accessoires de  
l avec la durée de son exposition  
l'influence de bien des circon-  
nséquence, à un certain âge ,  
soudra plus facilement et plus  
ns l'acide acétique et dans l'am-  
n autre ; et j'oserais même avan-  
in âge elle dégagera de l'oxygène  
; tout comme le fait la fibrine.  
xions doivent s'appliquer, dans  
ue, aux résultats que fournit  
aire ; et à mes yeux il n'y aura  
ue la fibrine, qui emprisonne,  
factices (1270), tous les sels et  
moniacales du sang, donne, par  
azote, à l'analyse élémentaire,  
l'œuf, qui ne retient que les sels  
es.

rences que les chimistes de nos  
arquer entre la fibrine et l'albu-  
constatées, non point en expéri-  
ativement sur la fibrine et l'albu-  
propres yeux, mais en réunissant  
res séparés ce qu'un auteur a dit  
e qu'un autre a dit de l'albumine ;  
différences dans la construction  
s descriptions, pour des diffé-  
nature chimique des deux sub-  
de côté cette méthode qui peut  
les intérêts de la compilation ,  
à fait contraire aux intérêts de  
ir mieux faire justice du luxe des  
z soin de placer comparativement  
fibrine obtenue de la flagellation  
ubstance insoluble obtenue de la  
umine de l'œuf de poule (1301) ;  
chimiste, si exercé qu'il puisse  
es de matières, qui ne se mé-  
fonde l'une avec l'autre, à l'as-  
ROME I.

pect, aux caractères physiques et aux réactions-  
Ce serait perdre des pages qui nous sont précieuses  
à réfuter plus longuement, alinéa par alinéa,  
les caractères que Thénard et Berzélius assignent  
dans deux chapitres distincts à la fibrine et à  
l'albumine ; nous conseillons à leurs lecteurs de  
prendre indistinctement un chapitre pour l'autre,  
ou mieux encore de coller les deux feuillets à la  
fois, en conservant l'un ou l'autre titre.

1543. Nous avons déjà donné (846) l'analyse  
élémentaire de la fibrine du sang, et nous en avons  
discuté les nombres d'après la nouvelle théorie.

Nous reviendrons sur cette substance à l'article  
du sang.

### § VIII. Usages de l'albumine.

1544. CLAIRÇAGE. — On se sert principalement  
de l'albumine comme moyen de clarification, à  
cause de la propriété qu'elle a de se coaguler, sous  
l'influence de la chaleur ou par la réaction de cer-  
taines substances, d'entraîner avec elle, en se  
précipitant, les impuretés du liquide, ou de les  
retenir sur le filtre. Ainsi la clarification se fait à  
froid, quand le liquide à clarifier renferme quel-  
qu'une de ces dernières substances ; tel est le vin  
à cause de son acide tartrique, de son alcool, de  
son tannin et même des faibles quantités d'acide  
malique qu'il peut renfermer. Quatre œufs frais  
fouettés avec autant d'eau et ensuite avec un peu  
de vin, suffisent pour clarifier un tonneau de deux  
cent quarante pintes. On verse l'albumine dans le  
tonneau par la bonde, que l'on rebouche ; on agite  
le tonneau, pour que l'albumine soit mise en con-  
tact avec toutes les portions du liquide, et qu'elle  
emprisonne les impuretés, partout où une molé-  
cule d'acide tartrique vient coaguler sa substance.  
On laisse déposer le magma, et quand tout est  
rendu dans la partie inférieure du liquide, on  
plante la cannelle un peu au-dessus du bord infé-  
rieur du tonneau, et l'on soutire. La poudre à  
clarifier les vins n'est qu'un mélange de noir  
animal et d'albumine. On clarifie les sirops de  
sucre et de gomme à chaud, parce que ces deux  
substances sont incapables de coaguler l'albumine  
par elles-mêmes.

1545. DIVERS USAGES. — On se sert encore de  
l'albumine, pour luter les vases des laboratoires.  
en la mélangeant avec de la chaux vive en poudre ;  
l'albumine, à cause de la tendance qu'ont tous les  
tissus, à se combiner avec les bases terreuses et  
surtout avec la chaux, l'albumine se solidifie en

une masse compacte, et forme, si je puis m'exprimer ainsi, une ossification artificielle. On se sert encore de l'albumine pour donner un luisant aux cirages ; pour mettre les couleurs d'un tableau à l'abri du contact de l'air ; c'est alors un vernis provisoire. Mais les peintres ont abandonné ce moyen de détruire provisoirement les effets de l'embas des couleurs, parce que l'albumine se fendille, s'écaille, et emporte par son retrait la partie qu'elle recouvre. Cela est vrai du blanc d'œuf ; mais la partie soluble de l'albumine obtenue par filtration (1501), ne présentera aucun de ces inconvénients, si l'on a soin de l'étendre de beaucoup d'eau et d'y faire dissoudre du sel marin, pour la maintenir moins cassante, à la faveur de l'hygro-métrie. Battez vos blancs d'œufs dans vingt fois leur volume d'eau, jetez sur un filtre en papier ; le liquide qui passera à travers le filtre, étendu sur une surface, y laissera un vernis que vous pourrez enlever à l'eau, aussi promptement que vous le voudrez. La substance soluble d'amidon (1082) produirait le même effet, jointe à un peu de savon ordinaire.

1546. CONTRE-POISON. — Bertrand et Chaussier ont indiqué depuis longtemps la propriété que possède l'albumine, comme contre-poison, contre la plupart des solutions métalliques, et surtout contre les solutions de cuivre et de mercure. L'albumine agit encore en cette circonstance, par sa tendance à l'organisation, qui n'est que l'assimilation et la combinaison intime de la molécule organique avec une base terreuse ou métallique. Elle sert de contre-poison, parce qu'elle détourne à son profit les sels que les surfaces du canal alimentaire se seraient assimilés par le même mécanisme, au détriment de l'élaboration normale ; et elle préserve, parce que les tissus jeunes ont, pour cette assimilation, une plus grande tendance que les tissus vieux, vu que ceux-ci possèdent abondamment l'élément basique qui manque aux autres ; que les premiers s'organisent en absorbant le sel vénéneux, et que les seconds ne l'absorberaient qu'en se désorganisant, c'est-à-dire en échangeant, par une double décomposition, la base avec laquelle ils se sont combinés, contre le sel métallique ingéré. La présence de l'albumine prévient et paralyse cet accident.

1547. Ainsi l'albumine n'agit pas, dans les empoisonnements, par la réduction des sels à l'état métallique, mais par un effet analogue à la coagulation, par l'assimilation. Elle ne réduit pas plus les sels mercuriels que la chaux ; elle se les assimile elle se les combine.

### TROISIÈME GENRE.

#### SUBSTANCE MEMBRANEUSE DES C ANIMAUX.

1548. Lorsqu'on a épuisé, par l'eau, par l'éther, par les acides et alcalis (chair musculaire, un tissu nerveux, quelconque, il reste une substance blanche l'albumine coagulée (1501), mais l'élastique, que les alcalis ou les acides désorganisent ou dépouillent, mais ne jamais entièrement. Desséchée, cette prend les caractères du parchemin ; elle la forme d'une membrane d'autant plus la masse était plus spongieuse et moins replongée dans l'eau, elle s'en imbibé, s nouveau, et s'y putréfie. Dans la machine c'est-à-dire dans une marmite fermée pendant un certain espace de temps, à de l'ébullition, les molécules de cette se désagrègent et épaississent le liquide, refroidissement. A la distillation sèche, de l'huile empyreumatique, force produit niacaux, et un charbon volumineux, qui lingue, dans le commerce, sous le nom d *animal*, et dont on fait une immense consommation, pour la clarification des sirops et pour la décoloration de certains liquides.

C'est là la substance qui, sous le nom de RAPPORTEMIQUE, joue, chez les animaux, le même rôle qui forme le *tissu cellulaire* et *vasculaire* chez les végétaux. Je la nommerai, dans de cet ouvrage, *substance membraneuse*, ou *substance molle des tissus*. C'est elle qui forme la charpente des grands comme des organes microscopiques, des mous comme des organes solides, des nerfs, des glandes, des os, des cartilendons et aponévroses, des poils et enfin de tout ce qui, dans un être animal d'une espèce de végétation, d'un développement vital.

Sous LE RAPPORT CHIMIQUE, elle représente les animaux, le *gluten* des végétaux (1 de l'albumine au second état du développement (857), dont les os sont le dernier état.

#### § I. Consistance et réfrangibilité membrane animale.

1549. En anatomie, on considère, comme brane simple, celle que le scalpel ne peut doubler. Mais observée au microscope simple de ces membranes s'offre comme

compose évidemment de plusieurs si l'épiderme n'est qu'un amas de , affaissées les unes contre les autres de l'*amnios* du porc, qui, à qu'une pellicule blanche et sans parente (\*), apparaît, à un grossissement seulement, comme un accolées les unes contre les autres, chacune dans leur sein une autre un grossissement de mille diamètres devient de la plus grande alors sous les yeux une couche exactement disposées comme dans pl. 10, qui représente le tissu adipeux (1476), c'est-à-dire que chaque cellule est d'un canal vasculaire, et que la cellule est par conséquent traversée par un réseau de vaisseaux blancs. Chacune de ces cellules a dans son centre, à ce grossissement, un noyau.

La membrane animale simple est la paroi d'une cellule on peut l'observer isolément, et elle-même, sur les emboitements des cellules du tissu adipeux (1482), et sur les grandes cellules infiltrées d'air dont sont composés les poumons de la grenouille, etc.

À cet état de simplicité, la *substance* est si ténue qu'elle a presque le poids de l'eau et de l'alcool, et qu'elle se plie comme du papier que par les plis que le microscope lui imprime sur sa surface.

À l'inverse si la *substance membraneuse* se compose de plusieurs couches superposées, alors, quelque blanche qu'elle soit, à la réflexion, elle décompose la lumière, et ne renvoie à l'œil de l'observateur que le rayon jaune, pourvu toutefois qu'elle ne contienne dans son tissu aucune matière étrangère.

*Structure intime de la substance membraneuse* (\*\*).

À cet état, elle présente, dans son intérieur, des bosselures, des granulations arrondies, de toutes les formes et de toutes les dimensions, qui s'alignent, de toutes les manières, en chapelets, en courbes, en séries, sans aucune constance, et en laissant entre elles ces figures informes, des la-

cunes vides de granulations. Ces circonstances se présentent avec d'autant plus de variété, que la membrane est plus sèche; mais une seule goutte d'eau suffit, au bout de quelques instants, pour en faire disparaître un grand nombre, qui viennent souvent se résoudre, en voyageant sous la membrane, en tout autant de bulles d'air.

1554. Ce sont là les causes d'illusion qui ont fourni matière à des travaux assez volumineux, sur la structure intime des tissus de nature animale. D'après les auteurs de ces Mémoires, les *membranes animales seraient composées, en dernière analyse, de globules égaux en diamètre et disposés bout à bout en fibres élémentaires, lesquelles se frotteraient, en laissant entre elles des interstices qui permettraient de voir la couche inférieure*. Ces idées étaient appuyées sur des figures si nombreuses et d'une exécution si précise (\*\*\*), qu'une réfutation de l'opinion ne pouvait être qu'un démenti formel donné aux figures; et pourtant il a bien fallu donner un démenti à ces figures, et finir par les ranger dans la classe des produits qu'enfante l'imagination, lorsqu'elle observe sous l'influence d'une idée préconçue. La nature en effet n'offre jamais rien qui ait constamment la moindre analogie avec ces figures.

1555. Les auteurs de ce système n'avaient jamais remarqué que les substances soumises à leurs observations, au lieu de représenter une membrane réduite à elle-même, n'étaient que des couches surperposées de membranes, de cellules, de vaisseaux, dont le tissu, distendu par des substances hétérogènes, ou infiltré d'air, était susceptible (par les phénomènes d'évaporation, de capillarité, de dessiccation, de réfraction, etc.) de présenter à l'œil des globules illusoires. La nature des menstrues, dans lesquels on a pu conserver les substances animales, telles que l'huile de térébenthine, l'alcool, etc., sont dans le cas d'ajouter encore à cette illusion, en laissant déposer, par leur évaporation (1483), des globules de substances grasses, qui semblent affecter le même diamètre et se ranger quelquefois en séries de trois à quatre. On en voit un exemple sur la pl. 11, fig. 1, et pl. 12, fig. 2, qui représentent les fibrilles très-jeunes du chorion humain, après un séjour assez court dans l'alcool. Mais en même temps, on peut remarquer que non-seulement ces petites granu-

*Atlas d'anatomie*, tom. V, pl. 12, fig. 9 et 10, et *Structure intime des tissus de nature animale*, *Atlas d'anatomie*, tom. IV, 1827.

(\*\*\*) Voyez, outre les travaux de Ev. Home et Bauer, Prevost et Dumas, celui de Milne Edwards, inséré dans le *Repert. général d'anatomie*, t. III, p. 47. C'est une thèse inaugurale.

1564. Nous voilà donc arrivés à l'élément organisé du muscle, et cet élément n'est pas autrement organisé que la masse elle-même ; il en est un diminutif, c'est-à-dire qu'il est une longue vésicule close, imperforée aux deux extrémités, un cylindre, enfin, rempli de substances non encore organisées.

1565. C'est là que s'arrête sans doute la marche du développement de l'organe musculaire, à l'instant où la dissection nous en révèle la structure. Mais le muscle que nous étudions en cet instant était, dans l'animal, susceptible de croître encore ; nous voyons en effet tous les jours les muscles maigrir ou grossir, selon que l'animal est plus ou moins bien nourri. Or le développement du muscle n'est pas dû à l'engraissement qui constitue l'embonpoint ; la graisse en effet distend le tissu cellulaire qui s'en infiltre, et ce tissu cellulaire se trouve entre les diverses aponévroses de l'organe général, avec tous les caractères que nous lui avons reconnu plus haut, et qui le rendent reconnaissable au premier coup d'œil. Or l'anatomie ne manquera pas de constater que le muscle ne doit pas toujours à une plus abondante infiltration de graisse, son accroissement nouveau en diamètre ; mais qu'il a grossi souvent par une nouvelle acquisition de sa substance propre ; et si alors on recommence la dissection par la méthode de dés<sup>2</sup> emboîtement, qui nous a servi à l'étudier une première fois, nous arriverons encore en dernière analyse au cylindre fibrillaire de la fig. 5, pl. 11 ; mais nous passerons, pour l'atteindre, par une série plus longue de dés<sup>2</sup> emboîtements. Si l'on veut que cette étude soit comparative, on aura soin d'avoir sous les yeux en même temps, et de disséquer de la sorte, le même muscle pris sur un sujet émacié et sur un sujet robuste. Or admettons par hypothèse que le muscle du sujet émacié renferme cinq emboîtements, avant d'arriver à la fibre élémentaire, et que le muscle de même nom du sujet robuste en renferme six ; ne vous semble-t-il pas rationnel de conclure que le sixième emboîtement de celui-ci est né dans le cylindre élémentaire de celui-là, cylindre qui est devenu aussi à son tour une aponévrose de cinquième ordre ? Mais alors pour que le muscle continuât à croître indéfiniment, il suffirait que chaque cylindre une fois arrivé à une certaine dimension, engendrât dans son sein de nouveaux organes de sa nature, et ainsi de suite à l'infini.

même phénomène ; les bords se ressemblent en mailles artificielles, au moindre effort qui les rapproche, après leur déchirement. Aussi, quand le scalpel vient à diviser, dans le sens de

1566. L'organe musculaire chez les animaux développe donc par emboîtements successifs que se développent tous les organes des végétaux et la théorie vésiculaire s'applique tout aussi bien aux muscles qu'au tissu adipeux (1486).

1567. Mais de même que chaque cellule drique engendre et reproduit son type par sa division interne, de même elle peut engendrer par sa division externe, et cela dans l'ordre que suivent les éléments organisateurs. Si cela a lieu, on verra la même gaine aponévrotique, des cylindres de diverses longueurs, les plus longs s'insérant plus bas, les plus courts s'insérant plus haut sur la surface d'un même organe, en sorte que leur disposition sera ou en spirale ou flabelliforme, l'aspect général de l'organe musculaire offrira des stries longitudinales, des fibres qui vont s'effacer de plus en plus bas, vers le point d'insertion de l'organe. Or, un muscle quel qu'il soit n'affecte jamais une autre configuration et un autre aspect.

1568. Si maintenant nous voulons comparer la structure animale, avec la structure végétale que nous l'avons exposée dans le *Nouveau système de physiologie végétale*, nous sommes forcément à cette conséquence, que l'organe musculaire, chez les animaux, affecte la même organisation, occupe la même place, suit les mêmes lois de développement que les organes végétaux, ces cellules allongées enfin qu'on a si improprement désignées sous le nom de vaisseaux et de trachées.

1569. Nous venons de suivre le développement de l'organe dans sa marche naturelle, nous avons vu qu'il se développe par la voie ascendante ; cherchons à compléter la théorie, en rétrogradant par la pensée, en remontant à reculons, de l'état adulte du muscle à son état embryonnaire, si je puis me servir ainsi ; nous avons raisonné par ascension, raisonnons maintenant par décroissance.

Lorsque nous nous contentons de disséquer un muscle de 40 centim. de long pris sur un animal d'une taille de 1 mètre 70 centim., nous sommes portés à perdre de vue et l'origine de son développement, et ses rapports d'analogie, à moins que le scalpel qui divise l'organe, ne nous éloigne d'autant notre pensée des rapports de similitude. Mais descendons progressivement de dimensions gigantesques pour l'observation à des dimensions d'un âge moins avancé et d'un

plus jeune, l'un des cylindres musculaires, voit-il un coup se reformer deux cylindres nouveaux.



Il est évident que l'accroissement de  
 ayant lieu proportionnellement pour  
 une, lorsque l'individu n'avait que  
 le muscle qui fait le sujet de l'obser-  
 levait avoir environ que 20 centim. de  
 était réduit à 10 centim. quand l'indi-  
 encore que 42 centim., enfin, quand  
 core embryonnaire n'avait que 2 cen-  
 cle ne devait avoir que 2 millim. de  
 comme tout le contenu a dû décroître  
 de proportion que le contenant, nous  
 s dans son sein, à cette époque, ré-  
 tionnellement, tous les grands com-  
 aponévrotiques, que nous avons iso-  
 lulte, comme tout autant d'unités  
 , tertiaires, etc. Et comme l'épaisseur  
 ne s'opposera pas au passage des  
 ineux, il nous sera facile de lire par  
 (368) son organisation intime, qui  
 ultra alors sous la forme d'une cellule  
 es cellules (pl. 18, fig. 16), c'est-à-  
 forme d'un tissu qui ne se distinguera,  
 rapport, du tissu que nous désignons  
 de tissu cellulaire, quand nous l'étu-  
 d'un muscle parvenu à de colossales  
 . Chez les végétaux, nous avons dé-  
 cette époque embryonnaire, les deux  
 s à jouer plus tard deux rôles diffé-  
 aient pas organisés autrement l'un  
 qu'ils offraient l'un et l'autre le même  
 éme nature chimique, le même nom-  
 s; nous avons été plus loin même, et  
 annoncé que ces deux tissus se retrou-  
 la même structure et le même nombre  
 ez les animaux (\*); c'est ici le lieu de  
 regards cette analogie. La fig. 13,  
 ésepte une lame d'un des muscles de  
 pin, observée à un grossissement de  
 es. La masse ( $\alpha$ ) ne s'y montre que  
 se de son épaisseur et partant de son  
 fait que les cylindres se dessinent les  
 s les autres. Mais lorsque l'on arrive  
 schirés de l'organe, on y trouve dis-  
 des cylindres assez courts ( $\beta$ ), pour  
 embrasse les deux extrémités à la fois;  
 rois de chacun de ces cylindres ( $\beta$ ) se  
 s stries transversales opaques, dans  
 analogie aujourd'hui ne saurait man-  
 r les ombres des spires, qui chez les  
 t donné lieu à tant d'illusions bizar-

res. Si au microscope les mêmes images indiquent  
 les mêmes dispositions, nous retrouvons donc ici  
 ces fibres qui dans les cellules vasculaires de ces  
 végétaux, se contournent en *tire-bouchons*, faute  
 de pouvoir s'étirer, d'un seul jet, dans une capa-  
 cité trop étroite. Mais la similitude devient plus  
 frappante, lorsqu'on soumet au même grossisse-  
 ment un des muscles d'un petit pinson sorti depuis  
 quatre jours environ de sa coquille (pl. 18, fig. 18).  
 Les tours de spire acquièrent ici un relief qui ne  
 permet plus de se méprendre sur leur analogie;  
 car chacun de ses cylindres a  $\frac{1}{70}$  environ de mil-  
 lim. en diamètre, ce qui donne une image de  
 5 millim. de diamètre au grossissement de 350 fois.

1570. Les muscles que nous venons d'étudier,  
 ont été isolés par la dissection; ils ont par consé-  
 quent été soumis à des tiraillements et à des dé-  
 chirements qui ne doivent pas avoir laissé que de  
 les déformer et d'en altérer, sur plusieurs points,  
 la structure et la continuité. La démonstration ne  
 laisserait pas le moindre doute dans l'esprit, s'il  
 nous était permis de les étudier en place, et sans  
 les amoindrir pour les rendre transparents. Or  
 c'est un résultat qu'il est facile d'obtenir sur les  
 animaux de petit calibre, et qui sont transparents,  
 à la loupe et au microscope, par toutes les parties  
 de leur corps. Les exemples de ce genre se pré-  
 senteront fréquemment à l'œil de l'observateur  
 attentif; nous avons pris le nôtre, en juin 1837,  
 sur des œufs que l'*araignée aquatique* avait en-  
 veloppés, de leur coque jaune de soie, à la base  
 d'une tige d'un *juncus maritimus* de la mare de  
 Gentilly. La coque a environ 8 millim. de diamè-  
 tre; l'œuf a plus de 2 millim. de long. Écrasé sur  
 le porte-objet, il s'en échappe un embryon tout  
 formé, avec un suçoir énorme, ses pattes ungui-  
 culées, plus un long cordon ombilical, qui part  
 d'une masse de tissu cellulaire d'un réseau élé-  
 gant et régulier. Nous avons représenté ce réseau  
 (pl. 18, fig. 16), à un simple grossissement de  
 50 fois, au microscope simple. On voit que ce sont  
 des cellules striées par l'ombre de leurs petites  
 spires, comme le seraient les compartiments cel-  
 lulaires d'un gros muscle, si par la pensée on le  
 suppose réduit à de si petites dimensions. Or les  
 muscles réels de l'embryon n'affectent pas une  
 autre structure et un autre aspect, ainsi que le  
 montre l'extrémité unguiculée de l'une des pattes  
 (pl. 18, fig. 15). Ici la patte est encore emprison-

es hôpitaux, 7 avril 1836. — *Nouv. syst. de*  
*et de botan.*, tom. II, pag. 195, 1836. Notre  
 recevoir la structure générale du muscle paraît

en être arrivée à la période de l'évidence; car Blainville a  
 ordonné à son école de l'adopter, par la méthode ordinaire,  
 c'est-à-dire de la copier textuellement et sans citation.

née dans la vésicule ( $\alpha$ ) qui lui a donné naissance, et qui est destinée à tomber au grand jour. L'ongle ( $\beta$ ) est diaphane. Mais les muscles qui sont appelés à mouvoir ce tarse, cette extrême articulation, se dessinent ( $\gamma$ ) comme tout autant de cellules effilées à leurs deux extrémités, et striées par la réfraction de leurs spires. Si ce petit membre avait reçu de la nature la destination d'un avant-bras d'un mammifère, chacune de ses petites cellules, que nous voyons ici sans nom et agglomérées comme sans ordre, prendrait un nom caractéristique, une fois parvenu aux dimensions auxquelles nous sommes habitués d'attacher une grande importance. Or les muscles du corps humain que nous figurons et que nous désignons par des traits et des signes invariables, ont commencé par être aussi petits que chacune de ces parties musculaires du tarse de l'embryon de notre araignée, et à cette époque ils étaient tout aussi innominés que ceux-là.

1571. L'organe musculaire a donc pour élément générateur, une cellule imperforée, tapissée d'une spire qui la distend et se dessine à travers ses parois transparentes, élaborant sa substance organisatrice (\*) en cellules conformes à son type, qui prennent naissance ou sur la paroi interne et en accroissent ainsi le diamètre, ou sur la paroi externe et augmentent ainsi le nombre de ces sortes d'unités élémentaires, et qui toutes sont destinées à croître beaucoup plus en longueur qu'en largeur.

1572. Si nous poussons l'analogie jusqu'à ses dernières limites, nous concluons que, sur certains animaux à tous les âges, et à un certain âge sur certains autres, le muscle peut se trouver réduit à un simple tube imperforé, rempli de substances organisatrices, et distendu par une spirale qui se déroule de l'une à l'autre de ses extrémités.

## § II. *Mécanisme de la contraction musculaire.*

1573. Des physiologistes d'une époque déjà ancienne ont soutenu que les muscles se contractent par les zigzags que décrirait, d'après eux, la fibre musculaire. Dans ces derniers temps, Prévost et Dumas ont reproduit cette opinion, en l'appuyant sur une observation électro-microscopique. Ces

(\*) Il est évident qu'aucun de ces cylindres n'est vide; car autrement il se remplirait d'air pour se distendre, ou s'aplatirait pour se confondre à l'œil avec tous les tissus ambiants. Or il se dessine en cylindre, donc il n'est pas aplati. Sous l'eau, il ne paraît pas opaque, donc il n'est pas rempli d'air [576]; il est

deux auteurs ayant placé, au foyer du microscope, une lame de tissu musculaire, soumise en même temps à l'influence, annoncèrent avoir vu chaque filet multiplier en zigzag et décrire des angles, dont il aboutissait à la terminaison du filet.

Cette observation est appuyée d'une figure bien dessinée (\*\*).

1574. Mais, 1° il est difficile de concevoir comment des filets élastiques pourraient se décrire des lignes aussi bien brisées, qu'figurées les auteurs de ce travail.

2° On aurait dû en même temps nous faire à distinguer, les uns des autres, les filets des dernières fibrilles du système nerveux. Une fois que les nerfs finissent par s'appliquer au calibre des cylindres élémentaires d'un muscle, je déclare qu'il me serait impossible à moi-même, au microscope, ce qui appartient de ce qui appartient au muscle. Les auteurs savent très-bien qu'en poursuivant à la recherche des nerfs, jusqu'à leurs dernières ramifications, deviendrait bien difficile de se prononcer sur la nature du tissu qu'ils observent. Que se voient-ils au microscope, où le plus souvent l'œil se voit en témoignage, et où le scalpel ne peut rien poursuivre et plus rien démêler?

3° Alors même que les auteurs auraient quelque chose d'analogue aux figures, ont accompagné leurs descriptions, cette expérience ne prouverait nullement ce qu'ils prétendent. La lame musculaire, en effet, est nécessairement par plusieurs points sur le porte-objet; or, si l'on détermine un point par un de ses bouts, soit mécaniquement, soit en excitant la fibre nerveuse par l'électricité, ce tiraillement seul suffira, à vaincre les résistances des points adhérents à la lame sur le porte-objet, pour déterminer des mouvements sinueux, que le dessin rendra ensuite moins réguliers et plus ou moins anguleux. Le résultat de cette observation est donc tout à fait incertain, et ne peut nullement être considéré comme représentant ce qui se passe dans la nature.

1575. La seule manière rationnelle de connaître le mécanisme de la contraction musculaire, évidemment d'observer le muscle se contractant sous l'influence vitale. Or les occasions de

limpide et transparent, donc il est rempli d'une substance organisatrice analogue, par son pouvoir réfringent, chimique de la membrane.

(\*\*) *Annal. des sciences naturelles*, 1824.

manquent pas de se pré-  
 yre à l'étude des animaux  
 systématique. Combien de  
 attentivement la contrac-  
 l des Anodontes, des Gas-  
 sien ! je puis certifier que  
 laire ne m'a rien offert  
 des auteurs que je réfute.  
 lieu qu'au moyen du rac-  
 e ; et le raccourcissement  
 son extension en largeur,  
 etits renflements sur toute

vation peut se faire, avec  
 Rotifère (pl. 19, fig. 1),  
 principe, a donné lieu à  
 li que mon assertion aura  
 yeux des physiologistes ;  
 s animaux microscopiques  
 dlogue aux muscles et aux  
 s auraient dû simplement  
 ns d'observation ne nous  
 inguer les différents mus-  
 avec la même facilité que  
 èze, le deltoïde, le grand  
 is nier l'existence de mus-  
 qui fléchissent, étendent,  
 os ; nier des nerfs chez des  
 vante, dont on arrête les  
 ecousse, c'est vouloir ra-  
 e ce qui en fait la base  
 re l'analogie. Mais ce n'est  
 par l'observation directe  
 ence d'un système muscu-  
 ips le mécanisme de ses  
 ifère ; il suffit de diminuer  
 a lumière. Or toutes les  
 en lui-même, effrayé par  
 porte-objet (pl. 19, fig. 3, 4),  
 evenu de sa frayeur, il  
 ns le liquide (fig. 5), on  
 laires qui sillonnent son  
 ue, grossir en se raccour-  
 s'allongeant ; et ce méca-  
 ssable, qu'on ne conserve  
 d.

démique a-t-elle fini par  
 t par permettre à sa sub-  
 orie de Dumas, en copiant  
 ix ans pour arriver à ce  
 oit, après avoir trouvé le  
 contraction musculaire,

nous avons depuis, par la découverte des spires  
 végétales dans chacun des cylindres élémentaires,  
 nous avons, dis-je, mis à nu le ressort de ces  
 mouvements ; en effet, quand la spirale écarte  
 ses tours de spire, le cylindre doit s'allonger  
 et s'amincir, et le muscle doit se comporter de la  
 même manière que chacune de ses parties. Lors-  
 que, au contraire, la spirale rapproche ses tours  
 de spire, le cylindre, et partant le muscle qui en  
 est composé, doit se raccourcir et augmenter de  
 diamètre, se contracter et s'enfler en même temps.  
 Quant à l'impulsion qui est la cause de ces con-  
 tractions, les expériences en grand démontrent  
 assez qu'elle émane de l'appareil nerveux.

Mais la théorie de la contraction musculaire,  
 que nous n'avons pas eu besoin d'expliquer fort  
 longuement dans le précédent paragraphe, tant elle  
 est simple et conforme à tout ce que nous savons  
 en mécanique, cette théorie se traduit de la ma-  
 nière la plus pittoresque, et presque dans les  
 mêmes termes, chez un genre de végétal et un  
 genre d'animal, qui vivent également dans les  
 eaux : chez la vallisnerie et chez la vorticelle. La  
 vallisnerie est une plante bisexuelle qui croît fixée  
 au fond des eaux, et dont les fleurs ne viennent  
 à la surface ; que pour se féconder au contact de  
 l'air et de la lumière. Mais pour arriver à se ren-  
 contrer ainsi sur la limite des eaux et de l'atmo-  
 sphère, les fleurs mâles se détachent de la souche,  
 et montent isolées s'épanouir en voguant sur les  
 eaux. Au même instant, la fleur femelle arrive  
 aussi au rendez-vous ; mais non pas libre des  
 chaînes qui l'attachent à la plante maternelle ;  
 car elle porte dans son sein le germe qui ne sau-  
 rait mûrir isolé. Or la nature a disposé le pédon-  
 cule de la fleur femelle en tours nombreux de  
 spire, en une espèce de longue vrille, qui peut,  
 en se déroulant, se prêter à la course de la  
 fleur, et, en rapprochant ses tours de spire,  
 la ramener fécondée sous l'aisselle du feuillage  
 maternel. Supposez cette gigantesque spire em-  
 prisonnée dans un cylindre albumineux et élasti-  
 que, ce cylindre offrira toutes les pièces qui con-  
 stituent le cylindre musculaire ; mais dans le sein  
 des eaux, ce cylindre est appliqué sur les parois  
 de la spire, qui nous semble dès lors une unité  
 isolée, d'une structure homogène, et d'un seul  
 nom.

1578. Chez les animaux, la vorticelle nous offre  
 le même phénomène, non plus à la saison des  
 amours, mais à toutes les secondes, lorsque nous  
 la soumettons à l'observation microscopique dans  
 un verre de montre, qui est, pour ce monde de

monades enchaînées au même point, un océan considérable. La vorticelle est rameuse, c'est un polypier mou, composé d'un nombre indéfini de petits polypes ( $\gamma$ , fig. 23, pl. 7) qui s'attachent à la souche par un long pédicule roulé en spirale ( $\alpha$ ); lorsque l'animal épanouit sa surface respiratoire et qu'il fend les eaux comme un trait, les tours de spire s'écartent, et le pédicule ( $\alpha$ ) s'allonge au gré de l'animal; lorsque l'animal recule de frayeur devant le danger, ou de dégoût devant une nourriture nuisible, le pédicule rapproche ses tours de spire, et l'animal rentre en lui-même ( $\beta$ ), pour ne point s'opposer à ce mouvement de recul. La contraction succède à la dilatation, et celle-ci à la contraction, par des mouvements si prompts et à des époques si rapprochées, que je ne pourrais mieux comparer ce joli phénomène qu'au bouquet d'un feu d'artifice qui lance une gerbe d'étoiles, et semble les reprendre éteintes et décolorées, pour les lancer étincelantes de nouveau dans les airs. Ainsi l'animal avance et s'allonge, en déroulant les tours de spire de l'unique organe musculaire qui l'attache à la souche; il recule en rapprochant les tours de spire d'abord déroulés; ce pédicule serait donc évidemment notre cylindre musculaire, s'il manœuvrait de la sorte dans un fourreau élastique, et que les tours de spire fussent moins visibles. Est-ce qu'il cesserait d'offrir la même analogie aux yeux du philosophe, parce que la spire qui le fait mouvoir est plus visible que le cylindre, lequel s'est agglutiné à sa surface, dans un milieu qui ne lui aurait pas permis de s'en tenir à distance sans se décomposer?

### § III. *Caractères chimiques du muscle.*

1579. Les parois des cylindres musculaires, dont nous avons déjà parlé, une fois dépouillées de toutes les substances qu'elles renferment, possèdent tous les caractères de l'albumine coagulée, ou, comme l'on dit en chimie, de la fibrine (1538). Seulement ils ne se dissolvent jamais en entier dans les menstrues acides ou alcalins qui dissolvent la fibrine. Car ici on n'a pas à traiter un coagulum informe, mais un tissu dont les molécules se sont rapprochées sous l'influence de la vitalité.

1580. L'eau bouillante les rend plus consistants, ainsi que l'alcool et tous les réactifs qui coagulent l'albumine.

1581. Jusqu'à présent on ne s'est occupé que de constater en grand, le nombre et la nature des substances que l'eau froide et l'eau bouillante peu-

vent enlever à une masse musculaire qu'un muscle se composait de *fibrine* de *matière extractive*, de *grasses* *capables de passer à l'état d'acide lactique*, et de *différents* m'occuperai pas ici de la nature de ces organisatrices. Je ferai seulement remarquer que le muscle réunissant, dans l'ensemble, la circulation sanguine, les cylindres musculaires, sanguins, des vaisseaux lymphatiques, des nerfs plus nombreux en nombre que les cylindres cellulaires plus ou moins adipeux, il est évident que la chimie en grand a dû confondre, par le résultat, les substances organisatrices spéciales à chacun de ces divers systèmes, et s'exposer encore, en cette occasion, à prendre des mélanges pour des *générés*. L'analyse de la substance musculaire reste donc à faire; et pour y procéder d'une manière rigoureuse, il est indispensable de transporter le cylindre musculaire lui-même, avec tous ses organes hétérogènes qui s'associent à lui; il faut surtout, en cette occasion, transporter le laboratoire sur le point.

1582. J'ai eu déjà l'occasion de faire remarquer les effets singuliers que des ébullitions produisent sur la fécule, en la traitant avec l'*acide caséique* le mieux prononcé. Thollet, de son côté, avait signalé une analogie à l'égard de la substance musculaire. D'après lui, si, après chaque ébullition, on ne tient la chair exposée au-dessus d'une certaine quantité d'air, la chair se charge de gaz acide carbonique et infecte; mais ces phénomènes perdent de leur intensité, et la chair finit par perdre l'odeur et la saveur du vieux fromage.

1583. Le résultat le plus curieux que j'ai donné lieu l'étude en grand de la substance musculaire, serait sans contredit celui qu'a donné M. Berzélius, si l'auteur avait eu la précaution de mettre le produit à la contre-épreuve d'une analyse rigoureuse. L'auteur divise la chair en deux parties, l'une qu'il lave, l'autre qu'il exprime dans une toile, et une quantité égale d'acide sulfurique. La chair s'y ramollit et s'y dissout en entier sans dégagement de gaz au chauffage doux, et on enlève, par le lavage, une couche de graisse qui se trouve à la surface. On étend d'eau, et on fait bouillir pendant neuf heures, en ayant soin de placer l'eau à mesure qu'elle se consume, jusqu'à saturation par la craie, l'on filtre et

une saveur marquée de bouillon et sucré ; mais, remarquez bien, LA TÈGE DE L'AMMONIAQUE ; il se dissout dans l'alcool bouillant, qui, par le refroidissement, laisse déposer une matière blanche, désignée comme substance immédiate, sous le nom de *leucine*.

Pour l'obtenir pure, il la redissout dans une matière animale par l'infusion et évapore convenablement.

Les propriétés de cette substance seraient, dit-on, d'avoir une saveur agréable de bouillon, de fondre à un point inférieur à 100, de répandre alors une odeur grillée ; DE SE SUBLIMER EN PARTIE EN PETITS CRISTAUX BLANCS, GRÊLUS, de se décomposer ensuite en huile, etc. Sa dissolution dans l'eau ne se fait que par le nitrate de mercure.

En, en traitant la LEUCINE par de l'acide, et évaporant, l'auteur pense avoir obtenu un second produit acide, qu'il nomme *leucique*.

Je ne vois, dans aucune des circonstances de ce travail, rien qui puisse autoriser à considérer ces deux produits comme des mélanges, dont il reste à séparer les éléments par de nouvelles recherches : *nitro-leucique* n'est évidemment un mélange d'acide nitrique et de la *leucine*. La *leucine*, je n'y vois qu'un mélange d'albumine rendue soluble par l'acide, puis enfin d'un sulfite d'albumine qui se sublime à la distillation. Il eût fallu réfuter, avant de léguer ces noms à la science.

Voici un troisième qui date de la CRÉATINE (\*). Chevreul a désigné une substance qu'il a retirée de l'extrait de la chair musculaire, et qu'il regarde comme un principe immédiat ; et nos lecteurs ne s'étonneront pas qu'en fait de principes immédiats, l'émie n'y regarde pas de si près. D'après l'auteur, ce principe est inodore, insipide ; il cristallise en cubes qui se déposent les uns sur les autres, en forme de trémie, comme le sel marin. Il n'a point d'action sur le sirop de violettes ; il est soluble dans l'alcool, soluble dans l'eau, l'acide chaud, l'acide le transforme en amer ; à la chaleur, il se décompose en fournissant

des produits ammoniacaux et une odeur d'acide prussique. Mais l'une de ses plus curieuses propriétés, c'est que, quoique insipide par lui-même, il paraît communiquer à l'extrait de viande une saveur douce et sucrée ! On retire ce principe de l'extrait de viande traité par l'alcool qui dissout les sels et l'osmazome. Ce principe reste mêlé à une matière extractive, dont on le sépare par cristallisation. L'auteur ajoute que ce principe n'existe dans la chair musculaire qu'en fort petite quantité. Cependant, comme, en réunissant de petites quantités on en fait de grandes, et que, grâce aux fonds des établissements publics, la chair musculaire ne coûte rien aux laboratoires, Chevreul aurait dû, au moins depuis l'annonce de sa découverte, et après avoir pris date, se livrer à une étude plus approfondie de ce produit. Nous sommes persuadé que l'auteur n'aura pas abandonné sa découverte à la forme d'un simple essai sans importance, qu'il aura approfondi ce sujet avec la persévérance qui le caractérise, et que c'est en conséquence qu'il n'en aura plus parlé depuis cinq ans.

1589. Quant à nous, il y aurait témérité à décider catégoriquement de ce que Chevreul a vu. Nous devons nous contenter d'indiquer aux observateurs, ce qui, dans une étude semblable, serait dans le cas de les rendre dupes d'une illusion analogue à celle à laquelle Chevreul ne nous paraît pas avoir échappé. La chair musculaire renferme en abondance du sucre, de l'albumine, de l'huile, et du sel marin plus que tout autre sel. L'alcool dissout à la fois l'huile, le sel marin, le sucre, et même une certaine quantité d'albumine. Par évaporation, il abandonnera toutes ces choses mêlées et confondues, substances incristallisables avec substances susceptibles de cristalliser. Or les premières entrées nécessairement dans les cristaux des secondes (148). Rien ne cristallise mieux dans un mélange que le sel marin ; ses cubes et ses trémies s'y forment avec autant de régularité que s'il était seul. Or, quand on agit sur de petites quantités, on ne cherche pas à l'isoler, crainte de tout perdre, et on soumet le mélange à l'analyse, sauf au raisonnement à faire la part du résultat à chacun des principes. Mais ici le raisonnement n'a vu qu'un principe dans les caractères de tous ; et certes, rien ne serait plus nouveau qu'un principe qui pourrait s'affubler ainsi des caractères de plusieurs autres. Nous ne trouvons donc, dans la substance que Chevreul nomme *créatine*, que du sel marin qui cristallise à sa manière ordinaire, mélangé à de l'huile, à du sucre et à de l'albumine, plus à des sels ammoniacaux, que la chaleur dé-

\* *chimie médicale*, tom. VIII, p. 548.



gage ou réduit, et qui prêtent à la fumée l'odeur d'acide prussique, que nous rencontrons dans la combustion de tant de substances innocentes par elles-mêmes.

## DEUXIÈME ESPÈCE.

### Tissu cellulaire.

1590. En suivant l'ordre du développement, nous aurions dû placer cette espèce avant toutes les autres; car toutes les autres ont commencé par elle, et n'en sont qu'une transformation; le tissu cellulaire avait par-devers lui tout ce qu'il fallait pour devenir l'analogue de l'un des autres tissus, s'il avait reçu l'impulsion qui a développé les muscles, os, ou nerfs, etc.; mais il est resté stationnaire et avec ses formes originelles, quand chaque organe autour de lui s'est accru, et a pris la direction qui le caractérise dans l'adulte; il n'est tissu cellulaire que par cette seule raison; objet de rebut pour le scalpel qui isole les grandes unités, et limite les résistances, il n'en est pas moins, aux yeux de l'analogie, la matrice des grands organes et des développements qui prennent un nom distinct. Nous avons jugé à propos d'en placer la description après celle des muscles, pour suivre la méthode qui démontre, et parce que notre esprit est habitué à remonter à la cause par l'effet, au petit par le grand, à l'invisible par le visible; aussi a-t-on vu avec quelle facilité l'étude de l'organisation du muscle nous a amené à reconnaître l'organisation du tissu cellulaire, et à constater qu'à une certaine époque, celui-ci (pl. 18, fig. 16) ne différait sous aucun rapport de celui-là (*ibid.*, fig. 15), et qu'alors ils affectaient tous les deux non-seulement la même configuration, mais encore les mêmes dimensions; et qu'enfin ils ne se distinguaient en rien du tissu cellulaire végétal, doué de la vie et suffisant à son élaboration, tel que nous l'avons décrit dans le *Nouveau système de physiologie végétale*.

1591. En conséquence, le tissu cellulaire est composé de vésicules, qui ne se développent pas plus dans un sens que dans l'autre, et dont les emboîtements successifs se prêtent à la forme sphérique. Enfin ce sont des organes qui n'engendrent et ne reproduisent leur type que par leur paroi interne, et qui par conséquent ne pouvant se mouler sur des interstices, mais seulement dans une capacité vésiculaire, ne sauraient jamais prendre la direction en longueur, et revêtir la forme cylindrique de l'élément musculaire.

1592. En disant que le tissu cellulaire est l'analogue de tous les autres tissus, mais resté à l'état stationnaire, nous n'avons donné à ce mot d'autre acception que celle de développement qui s'arrête à ses formes originelles, mais d'organe qui cesserait d'élaborer; dans le vivant, en effet, rien de tel ne saurait exister impunément; au sein d'un foyer aussi d'élaboration, tout ce qui cesse d'agir ou se décompose, et disparaît au préjudice des tissus voisins. Le tissu cellulaire dans le corps vivant n'est donc pas inerte; au contraire, il est très actif, comme il s'offre à nos yeux sous le tranchant du scalpel qui le déchire. Ses vaisseaux absorbent les liquides et les élaborent en tissus; ces d'approvisionnement, qu'elles conservent jusqu'à ce qu'elles cèdent, selon que l'énergie s'épuise ou se double dans les organes d'un ordre supérieur. On le trouve-t-on turgescent, limpide, et d'une forme symétrique, quand il élabore à son tour; il se vide, plissé, aminci, et presque réduit à rien quand il a sacrifié le produit de son élaboration à l'accroissement et à l'élaboration des autres organes; et la dissection le rencontre sous l'une ou l'autre forme, entre les organes et entre les emboîtements du même organe, autour des muscles et autour de chacune de leurs divisions; et au besoin on pourrait le regarder comme tout autant de muscles spécialisés, pour leur compte séparé, dans la masse qui en est la résultante générale. On le trouve le tissu cellulaire logé entre tous les embranchements des nerfs, tous les lobes des glandes; il remplit toutes les lacunes, et qui forme le lien général de la charpente, la base du tissu animé, et qui, contemporain de tous les organes, ou plutôt le premier en date, fait le plan du développement organisé, fait les pièces que la dissection isole, une harmonieuse unité, dont le développement n'est qu'une extension et une reproduction du dedans au dehors.

1593. Ainsi nous pouvons reconnaître le tissu cellulaire à deux états différents, ou à deux degrés de ses suc, des produits de son élaboration; soit qu'il soit distendu par le produit aux simples parois de ses vésicules, soit qu'il soit infiltré de suc, et ne possédant pas une paroi distincte; ses cellules qui ne soit distendue par le produit élaboré. La chimie démontre que, dans un grand nombre de cas, ce liquide n'est autre qu'une substance oléagineuse ou fluide à la température ordinaire (*huile*), ou concrète à la même température (*graisse*); alors le tissu cellulaire

peux, dont nous avons plus haut (1486); *tissu adipeux* et *tissu*

On le tissu adipeux s'enrichit par les canaux qu'il enveloppe, s'appauvrit, se transforme en simple tissu cellulaire, redouble d'énergie, l'animal qui ne se meut pas en lui qui s'exerce grossit; l'animal maigrit. Chez le premier, les productions se transforment en graisse, sont par le tissu cellulaire. Chez le second, de la digestion élaborés par les principes oléagineux, sont transformés en tissus par les organes qui se augmentent de fécondité, en recevant l'énergie, et se développent par le sang le troisième. L'excès d'énergie conduit; l'élaboration la plus active à une exorbitante consommation, pour, pour ainsi dire, sa propre sub- confirmation de l'analogie qui rôle que joue la graisse chez les animaux, et celui de l'amidon chez les végé-

avons vu, en parlant du tissu adipeux, d'une même formation, en luttant contre les autres, finissent par confondre leurs pores en un tout qui paraîtrait homogène que l'eau ou que le verre circonstance qui contribue à les unir, en les encadrant sur toute leur surface les liquides nourriciers qui apportent le produit qu'elle aura à élaborer un passage, en dédoublant les cellules qui tendent à s'accoler ensemble; tout à sa plus simple expression, est une tige, qui est rempli d'une substance homogène, et dont la substance incluse réfracte les rayons lumineux d'une manière, et se dessine ainsi, comme un réseau qui s'entrecroise (fig. 16)

tant qu'il est tout aussi facile d'imaginer le tissu vasculaire comme l'instrument à injecter avec ces petits canaux. Mais si, au lieu de l'air, qu'on insuffle et on

au lieu d'injecter, il arrivera que le réseau vasculaire du tissu cellulaire, distendu par le gaz susceptible d'une grande dilatation, semblera s'être transformé lui-même en cellules, tant il se sera enflé, et tant il aura refoulé et dédoublé les cellules contigües, et ces effets prendront des dimensions d'autant plus considérables, que le tissu cellulaire se trouvera plus épais, et qu'il se sera sacrifié davantage à l'accroissement des organes voisins.

1597. Or ces infiltrations peuvent se reproduire, soit artificiellement et par l'effet d'une impulsion étrangère, ou naturellement et par l'effet de l'élaboration normale ou anormale du tissu même; et l'élaboration pourra être anormale, quand une solution de continuité aura abouché le réseau avec un liquide de rebut, et mis en contact ces organes sécréteurs avec des produits de l'excrétion.

### TROISIÈME ESPÈCE.

#### Tissu nerveux.

1598. Le système nerveux se compose essentiellement d'une masse principale, à laquelle arrivent toutes les sensations perçues à la surface extérieure de l'individu, ou sur les différentes surfaces de ses organes internes, pour s'y convertir en idées et en volentes, qui viennent à leur tour réagir sur la fibre musculaire et en déterminer les contractions.

1599. Le centre nerveux élabora la pensée, comme le foie élabora la bile, comme les organes mâles élaborent la fécondation; et cette élaboration a lieu au DÉTRIMENT DE SA PROPRE SUBSTANCE, car la méditation le fatigue et l'épuise même, comme l'excès d'activité épuise les autres glandes.

1600. Le système nerveux, ramené à sa plus simple expression, se réduit donc à une masse centrale, d'où partent des filets qui se bifurquent à l'infini, pour atteindre, de leurs ramifications inépuisables, tous les points où il y a une sensation à percevoir et un organe à exciter. L'anatomie comparée nous fait connaître ensuite toutes les modifications de ce type primitif, depuis les mollusques jusqu'à l'homme, et nous montre que, chez les animaux inférieurs, le système nerveux semble se terminer dans les muscles.

s'introduisent à travers leur enveloppe ou dans leur tissu. Ils s'amointrissent, en se bifurquant, jusqu'à n'avoir plus à l'œil nu que le diamètre d'un poil.

1602. Quelques anatomistes anciens, et, dans ces derniers temps, Bogros, avaient cru constater que les nerfs étaient canaliculés, à l'instar des vaisseaux (\*). Ce dernier auteur avait appuyé son opinion sur une multitude de préparations, que nous avons eues entre les mains, et dont quelques-unes, il faut l'avouer, étaient bien propres à faire adopter ce système aux anatomistes qui, dans ces sortes de recherches, n'auraient voulu avoir recours qu'aux injections étudiées à l'œil nu, ou aux dissections grossières du scalpel.

1603. Cependant, même en se bornant à ces deux espèces d'investigations, on opposait à Bogros que les nerfs ne peuvent jamais être injectés vers leur origine; que l'injection ne réussit que là où le nerf est pourvu d'un névrilème fibreux, et que, par conséquent, le mercure injecté, bien loin de se glisser dans la longueur d'un canal central, ne faisait que courir, à l'insu de l'anatomiste, entre le cordon nerveux et son névrilème, ou bien dans les vaisseaux qui se rencontrent, ainsi que nous le verrons plus bas, dans les interstices des divers cordons d'un nerf. Mais on aurait pu répondre à cette objection que l'injection n'arrivait pas, sous une forme régulière, à la racine des nerfs, parce que là les parois du canal étaient trop peu consistantes, et cédaient trop facilement aux efforts du mercure; du reste, nous avons eu de petits filets injectés par Bogros; vus, même au microscope, il devenait incontestable que le mercure s'était formé un passage dans le centre de la substance nerveuse. Mais cette circonstance ne militait pas plus en faveur de l'opinion de Bogros que les objections de ses adversaires ne militaient contre elle. Car est-il nécessaire de supposer l'existence d'un canal organisé partout où le mercure se fait jour? Ne sait-on pas que, par sa propre pesanteur, il peut traverser des membranes assez fortes? Or, ici, l'injection se faisait sous le poids de deux atmosphères. Il fallait donc recourir de part et d'autre à d'autres procédés; et c'est ce que nous avons fait avec assez de persévérance et de succès.

1604. J'ai exposé à une dessiccation spontanée, sur une plaque vernie ou sur une feuille de verre, de gros nerfs, tels que le médian du bras de l'homme et des ramifications du grand sympathique; et, à l'aide d'une lame de rasoir, j'ai obtenu

des tranches, dont l'épaisseur dépassait à dixième de millimètre, et en assez grand pour qu'en les plaçant à la suite les unes d'à l'instant même où je les obtenais, il me fût possible de me faire une idée exacte de la manière dont chaque tronc nerveux suivait dans la substance du cordon nerveux. Or, dans le cas où un tronc nerveux eût été organiquement canaliculé, il est évident que ce canal eût offert, par la coupe faite d'une lame aussi mince, une coupe susceptible d'être saisie au moyen des verres à sixsants. On aurait pu objecter que ce canal, par ce procédé, pouvait échapper à l'observation, les parois s'étant agglutinées par la dessiccation. Mais, même dans cette dernière hypothèse, on eût toujours trouvé des traces de cet organe sous la forme d'une ligne plus noire en eût marqué la place sur l'autre côté. Toutes les fois que la dessiccation n'a pas été accompagnée d'un commencement de décomposition, les tissus desséchés n'ont besoin que d'être humectés d'une goutte d'eau, pour reprendre leurs premières dimensions et leurs premières formes.

1605. Or, en humectant les tranches au moyen du rasoir, il n'est plus permis de penser que les canaux observés au microscope, de quelque diamètre qu'ils soient, existent dans l'intérieur des cordons nerveux; leur structure se présente avec une homogénéité parfaite, et sans la moindre interruption de continuité. L'action de l'alcool et celle de l'acide nitrique ne dément nullement cette pensée; tant, par suite du retrait que ces réactifs produisent, le canal supposé devrait se rouvrir. Enfin, j'ai vu, en tous sens le tissu observé, sans jamais pouvoir rendre béante la moindre ouverture; et la dessiccation était assez forte, pour détacher les cordons nerveux des tissus membraneux qui les enveloppent.

1606. La planche 14 représente, dans ses différentes ramifications accessoires, la structure intime d'un cordon nerveux au grossissement de 100 diamètres. La figure 1 offre une tranche d'une fibrille nerveuse du grand sympathique; cette fibrille se compose d'un cordon entouré de la membrane qu'on est convenu d'appeler névrilème. La figure 2 offre plusieurs tranches du nerf médian du bras; j'ai observées et dessinées avec le plus grand soin. Ce nerf se compose, comme on le voit, de plusieurs troncs (c) séparés entre eux par du tissu cellulaire lâche (b) qui sert à chacun d'eux d'un névrilème, le tout enveloppé dans un névrilème commun (d); on remarque un vaisseau qui s'est insinué dans le tissu cellulaire. Plus loin de l'origine du nerf médian, e

(\*) Voyez *Ripert, général d'anatomie*, tom. IV.

Les troncs nerveux augmentent ; car , r du névrlème commun , ils se bi- it aussi bien qu'au sortir de cette figure 4 appartient à un ganglion pathique. Ici les divers troncs nerveux enveloppent un névrlème commun (d), polder à demi les uns dans les autres ; vaisseaux sanguins (a) s'anastomosent cellulaire commun ; mais aucun être jamais dans la substance même eux ; ils ne se glissent jamais que ristiques cellulaires qui les séparent J'ai dû dessiner ces tranches , telles sentaient à moi au microscope, afin ser à l'arbitraire de l'imagination ; bserver que leurs contours sont ici la dessiccation ; à l'état naturel ils aient ces formes anguleuses , chaque x conservant la forme plus ou moins où leur est venue leur dénomina-

videmment , de toutes ces observa- s nerfs sont imperforés , et que les lesquels circule le fluide qui alimente détermine la volonté , ne sont pas nos moyens , même les plus délicats,

venons de reconnaître l'aspect que microscope une tranche transversale us reste à étudier sa structure en serait tenté de considérer toutes ces arrondies , dont se composent les x des figures 2 , 3 , 4 de la pl. 14 , orifices de tout autant de tubes , alors d'une petitesse extrême ; mais ration pourrait bien n'être qu'un raction de la lumière vive et même laquelle j'éclairais l'objet pour mieux ar, observés de cette manière , tous aniques se montrent également gra- ren suivant conduit, sous ce rapport, plus positif. On serre d'une main un x simple (c , fig. 2) , et de l'autre on lame du scalpel , les bords de la sec- nc, et l'on tire à soi ; on obtient ainsi i , placées au foyer du microscope , ie agrégation de tubes (bb, fig. 1) eux côte à côte , et enveloppés de la ) dont nous avons déjà parlé. Cha- ylindres affecte chez l'homme envi-

ron <sup>1</sup>/<sub>50</sub> de millimètre en largeur , et se rapproche ainsi par son diamètre des cylindres musculaires. On remarque encore que ces cylindres sont pleins d'une substance dont le pouvoir réfringent ne diffère pas de celui de ses parois.

1608. Ainsi, à partir de leur origine, les nerfs se ramifient de dichotomies en dichotomies. Si ces dichotomies sont forcées de suivre leur direction, dans la capacité d'un long interstice tubulaire, elles s'y presseront comme dans une unité de même nom ; et par une tranche transversale, on obtiendra la disposition que représentent les fig. 2, 4, de la pl. 14. Mais dès qu'une de ces subdivisions trouvera une issue latérale, elle se glissera entre deux organes contigus , et si ses dichotomies rencontrent les mêmes passages, elles continueront à se séparer et à se bifurquer, jusqu'à ce qu'enfin les dernières en formation se rencontrent sur la limite de l'enveloppe générale de l'individu, et s'arrêtent là pour se mettre en rapport avec l'air extérieur.

1609. Or , quand on cherche à faire passer le scalpel d'un tronc nerveux dans le rameau auquel il donne naissance , on éprouve une résistance analogue à celle que les entre-nœuds végétaux opposent à l'instrument tranchant. Quand on parvient jusqu'à l'extrémité d'un rameau , ce qui ne saurait se faire avec certitude que dans l'embryon ou les plus jeunes sujets, on en trouve l'extrémité arrondie et imperforée. Combinons par la pensée ces deux données , et prenons ce tout , à l'époque à laquelle les deux extrémités étaient assez rapprochées, pour ne pas déborder le champ visuel du microscope ; ce long rameau défilé sera alors un tubercule ou plutôt un organe vésiculaire, une vésicule imperforée pleine du tissu qu'elle aura élaboré dans son sein , et qui est destiné à continuer le développement et le type ; en sorte qu'à une certaine époque , tous les rameaux secondaires auraient pu être surpris aux dimensions de simples cellules , disséminées avec un certain ordre, sur la surface du tronc principal. Or c'est ce que l'observation directe démontre , à l'âge où tout commence et où le développement devance et prépare la sensation et le mouvement. La fig. 5, pl. 14 , représente un filet nerveux de l'ischiatique , pris sur un fœtus de veau qui avait en longueur 15 centimètres seulement. Ce filet n'avait qu'un douzième environ de millimètre en diamètre.

tique du bœuf, qui atteint 8 millimètres de me une prodigieuse quantité de ces troncs

nerveux, enveloppés par un névrlème commun épais et purpurin (fig. 19, pl. 2).

La surface, comme on le voit, en est tapissée de vésicules transparentes ( $\alpha$ ), de tubercules diaphanes, dans lesquels l'analogie indique tout autant de *gemmes* ou *bourgeons* de rameaux futurs; quant au tissu spécial du filet, on le voit réticulé, comme tout tissu composé de vésicules qui s'allongent; et il est facile d'admettre que, si cette portion de filet nerveux se trouvait réduite à la moitié de sa longueur seulement, les vésicules transparentes et isolées ( $\alpha$ ) se trouveraient alors rapprochées et agglutinées, et apparaîtraient à l'œil, avec l'aspect du réseau sur lequel, à l'âge où nous observons ce nerf, elles sont comme implantées.

1610. Chaque rameau nerveux est donc organisé et se développe exactement de la même manière qu'un rameau végétal. C'est un entre-nœud, une vésicule allongée, qui a pris naissance sur la périphérie du rameau maternel, et qui y reste implanté par la base, articulé par l'agglutination de sa surface, comme la greffe sur le sujet. L'articulation des deux rameaux, c'est l'organe que l'anatomie désigne sous le nom de ganglion, quand les dimensions en sont telles que l'on peut les saisir à l'œil nu. C'est un *nœud végétal*; c'est l'empâtement du rameau secondaire sur le rameau maternel. C'est un nouveau centre de vitalité, analogue en tout point à ceux qui le précèdent en date, qui n'en diffère que par des moindres proportions, et partant par une plus jeune énergie et une moindre élaboration.

1611. Continuons à suivre la marche de la reproduction indéfinie de ces dichotomies; arrivons à la limite où elles s'arrêtent, et partant où elles se pressent, faute de trouver un milieu, pour continuer à se développer en longueur; et là l'appareil nerveux nous offrira une vaste houppe de fibrilles, si par la macération nous pouvons l'isoler du tissu cellulaire qui les enveloppe, ou bien une surface pavée de papilles innombrables, dont chacune sera l'extrémité arrondie et imperforée d'une fibrille, son extrémité arrivée au contact de l'air extérieur.

1612. Dans la nature, les analogies se soutiennent sous toutes les faces, et ne se démentent par aucun bout, quand elles ont été établies sur des bases rationnelles. En conséquence si le rameau nerveux est empâté, comme la nervure et le rameau végétal, sur le rameau maternel, il est permis d'admettre que ce rapprochement intime aura lieu, toutes les fois que les surfaces analogues pourront être mises en contact, artificiellement ou naturellement, c'est-à-dire que les sommités

pourront se greffer entre elles comme elles pâlent, et que partout, lorsque deux soit fibrilles se rencontreront face à face, elles ront, en s'accolant, une anastomose, continu enfin, au lieu d'une bifurcation.

1613. Mais chacune de ces fibrilles marquées, observée plongée dans la lame et non décomposée, ne se distinguera de la manière, à l'œil armé du plus puissant microscope, réduite à ces dimensions, son pouvoir ne diffère pas de celui des autres tissus et même de celui des liquides ambiants. Par forte raison, ces fibrilles, pressées les contre les autres, se confondront de manière à former, à la réfraction, une lame homogène et une simple membrane sans accident. L'appareil nerveux peut donc s'offrir à l'investigation dans une circonstance telle, qu'il se noie, dire, dans ce qui l'environne, et ne laisser aucun indice de sa présence, aucun caractères distinctifs. Il serait donc absurde de noncer qu'un organe, qu'un animal n'est composé que de nerfs, parce que l'on ne découvre rien qui ressemble à une fibrille nerveuse. L'analogie à les indiquer, là où ils sont invisibles; or, l'expérience ayant démontré que, dans les grands animaux, les nerfs sont les conducteurs de la sensibilité et de l'impulsion locale, où nous surprendrons des mouvements spontanés de sensibilité, là doivent exister des nerfs; que, partout où nous surprendrons une contraction musculaire, là nous devrons promptement découvrir qu'il existe un organe analogue aux muscles des grands animaux. Et le muscle, réduit à sa plus simple expression (il n'est que) plus qu'une vésicule allongée, qu'une membrane, que l'œil aurait alors de la peine à distinguer des tissus ambiants.

## § II. Organisation de la masse nerveuse.

1614. Nous venons de suivre les dichotomies de l'appareil nerveux, à partir de son origine jusqu'aux limites qui séparent le corps du nerf de l'air extérieur. Si nous remontons de là vers la source, en dichotomie, nous arriverons à un point qui est le premier nœud vital en date, la matrice de tout ce développement de ce grand arbre, le réservoir de toutes les ramifications qui ont pu trouver une issue au lieu de se développer sans obstacle. Mais supposons certains de ces germes secondaires, qu'ils ne puissent continuer librement leur marche.



qu'aux surfaces extérieures du corps, et, à une certaine distance, arrêtés par une force invincible, et se logent dans une cavité forcée au dehors; là se pressant, faute de s'étendre, grossissant faute de pouvoir s'aplatissant par la compression venant, et s'enlaçant pour ainsi dire faute de s'écarter, elles formeront tôt ou tard une masse dont le relief sera la contre-épreuve de la surface contre laquelle elle se sera moulée, et à l'extrémité, au lieu de présenter les parois libres, que forment les extrémités nerveuses au contact de l'air, offrira des saillies pour ainsi dire intestinales; chaque circonvolution sera le relief d'une surface nerveuse; la masse totale sera, sous le rapport de la structure anatomique, l'analogue des masses ligneuses dont nous avons déjà parlé. Cette masse sera la masse cérébrale des animaux. La masse de lobes nerveux, qui, au lieu de se développer dans les interstices des organes, sont forcés de vivre et grossir dans la capacité de la boîte osseuse, de la cavité crânienne. Cette position résulte toute une destination et une différence immense entre les lobes enroulés et les lobes libres et ramifiés. Les premiers, en effet, parviennent à se mettre en contact avec les objets extérieurs; les autres, isolés à l'intérieur, séparés, par une barrière insurmontable, de l'océan atmosphérique dans lequel nous vivons plongés, ne peuvent élaborer des sensations que celles qui leur viennent des lobes libres et ramifiés; impuissants à recevoir des impressions et des images, ils ne sont pas capables de reproduire des perceptions, d'élaborer des idées, à rendre la volonté aux nerfs, en traduire les sensations qu'ils en reçoivent; et c'est ce que nous indiquent hautement, dès la plus tendre enfance, notre sens intime, ainsi que nos mouvements automatiques.

La substance dont cet organe sacré se compose est tellement pultacée, et tellement homogène qu'il est bien difficile d'en représenter exactement l'organisation. Cependant son ordre est incontestable. Car si les grands lobes qu'elle divise n'étaient que de grandes vésicules tendues par une substance inorganisée, on pourrait dire que, par un mouvement de bascule, elle ramènerait en bas ce qui était en haut, et ainsi successivement toutes les molécules; mais il paraît encore que la surface des lobes n'est pas exempte d'autre inégalité, d'autres bosselures que l'application des surfaces ambiantes.

Il y déterminerait, qu'enfin ces bosselures ne seraient que des empreintes, qui s'effaceraient d'elles-mêmes, une fois que l'organe serait soustrait au contact des corps voisins. Or on observe invariablement tout le contraire. Car on a beau renverser, dans tous les sens, la masse cérébrale, on ne parvient jamais à déplacer, à mêler ensemble la substance grise et la substance médullaire des lobes cérébraux; on a beau les abandonner à la tension des substances qu'ils renferment, loin du contact des parois du crâne, on n'efface jamais ces élégantes circonvolutions qu'on remarque à leur surface. Du reste, ces circonvolutions affectent des directions et des nombres presque constants, chez quelque individu qu'on les observe; et les parois internes du crâne n'offrent pas la moindre empreinte capable de déterminer, sur un organe mou, de semblables configurations. Ceci est encore plus évident sur le lobe du cervelet, où les stries extérieures correspondent à tout autant de couches, qu'on parvient presque à isoler complètement les unes des autres.

1616. Les circonvolutions qu'on observe à la surface des lobes cérébraux indiquent donc la partie saillante de tout autant de cellules, qui à leur tour peuvent être composées de cellules nées dans le sein des unes et des autres (1486, 1563) à l'infini; en sorte que, si toutes ces grandes cellules cérébrales étaient séparées par un tissu cellulaire assez lâche pour être transparent, on obtiendrait, par des tranches transversales, la configuration des troncs nerveux qui s'enveloppent à demi dans l'intérieur d'un ganglion (pl. 14, fig. 4) (1606). Seulement ici chacune de ces grandes cellules cérébrales doit partir d'un centre commun d'organisation, et elles ne doivent point être des rameaux détachés çà et là d'un tronc principal. Car aucune d'elles n'est destinée à recueillir, comme le font les extrémités nerveuses, les impressions du dehors; elles n'ont d'autre destination que de les élaborer.

1617. Qu'arrivera-t-il donc, lorsqu'on pratiquera des coupes verticales, dans la substance du cerveau, au moyen d'un instrument tranchant? En admettant que cet organe soit composé de grands emboîtements appliqués intimement les uns contre les autres, parois contre parois, il est évident que les parois se dessinant de profil sur chacune de ces tranches, joueront le rôle de filaments convergents au point d'insertion et divergents au sommet, et suivant une courbe pour venir redescendre du côté opposé; or, comme chaque grande cellule offrira le même profil, il

s'enquerra qu'au point de contact commun, on aura sous les yeux la figure d'une gerbe aplatie, et de l'une de ces configurations ronceuses, que l'ébénisterie recherche dans les bois de placage (1216). Supposez un bâtiment rempli de décombres et de terrains de remblai; la carcasse une fois enlevée, les cloisons des diverses pièces ne se présenteront à l'œil que comme des linéaments, vu que de cette manière on ne pourra jamais les observer que de profil; mais il n'en sera plus de même, lorsque les décombres auront été déblayés, et que chaque pièce aura été remise à vide. Alors il deviendra évident que ces lignes appartenaient à des surfaces, que ces surfaces formaient des cloisons et limitaient une capacité cellulaire. Il en sera de même, passez nous la naïveté de la comparaison, il en sera de même de l'organe cérébral, lorsqu'on l'aura épuisé par les menstrues, tels que l'huile d'olive, l'éther, l'alcool, les alcalis, de toutes les substances qu'il est en état de contenir dans ses tissus. On s'assurera alors que les fibrilles rameuses que l'on avait remarquées sur les tranches de l'organe, étaient le profil de tout autant de cloisons membraneuses, qui formaient auparavant la vésicule imperforée de l'un des lobes et de l'une des fractions embollées du lobe, dont le relief se dessinait, sous les méninges, par une circonvolution. Non pas qu'entre ces grandes cloisons contiguës de deux lobes voisins, il ne se forme d'autres lobes interstitiaux, et qui, prenant plus de développement en longueur qu'en largeur, affectent les dimensions d'un organe fibrillaire et vasculaire, et ajoutent encore à l'effet de l'image que donne le profil des cloisons; mais enfin ce résultat secondaire ne fait que confirmer, en le supposant, le résultat principal; car pour que ces organes fibrillaires se dirigent parallèlement et en faisceaux, dans le sens de l'une plutôt que de l'autre des dimensions, il faut bien qu'ils n'aient pour se développer que l'interstice de deux organes parallèles; sans cela ils devraient se fenturer dans tous les sens.

1618. L'exemple suivant nous familiarisera avec ces idées, bien mieux que ne pourraient le faire les plus longs raisonnements. Si l'on demandait à l'anatomiste le plus habile, de déterminer la nature de l'organe que représente la fig. 1, pl. 18, je doute qu'il n'y vît point l'un des grands lobes de l'organe cérébral d'un vertébré de petit calibre, tant la forme et la couleur lavée de purpurin militent en faveur de l'illusion; tant les circonvolutions, qui en sillonnent la surface, offrent d'ana-

logie avec les circonvolutions de la masse cérébrale des animaux supérieurs; si l'on compare maintenant ce petit organe, avec un infusorien effilé, la tranche offre les mêmes arborescences, les mêmes gerbes fibrillaires que les tranches d'un cerveau ordinaire. Or cette figure représente des grands lobes ( $\alpha$ ) de la glande de l'aplanie, glande que la figure 2 représente de grandeur naturelle; la figure 3 représente grossie huit fois. Eh bien, pour le grand lobe ( $\alpha$ ), on enlève une membrane très-pelliculreuse, qui recouvre toute la surface, et maintient chacun de ses lobes en sa forme; le lobe ( $\alpha$ , fig. 1) se partage, à son tour, en trois lobes, qu'il est tout aussi facile de déchirer, la membrane commune, de laquelle ils ont pris naissance. Si on poursuit la dissection de chacun de ces lobes, on parvient à isoler en tout autant de lobes distincts, les lobes, dont le relief fait l'ornement de la surface, et l'on ne doute plus alors que ces circonvolutions ne soient un corps aussi ramifié que le grand lobe, sur la paroi duquel se trouve la vésicule que la compression de ses lobes a aplatie et contournée, vu que, dans l'organe, elles se trouvaient toutes tendues. La structure vésiculaire et par embolisme du cerveau ne pouvait rencontrer une plus exacte analogie.

1619. Si telle est la structure et la nature du cerveau, si chacun de ses lobes est à être considéré comme un rameau qui se développe dans une capacité close, de se refouler sur lui-même, de multiplier ses ramifications; si, en fait de structure, il n'y a rien de différent de l'apparence que l'analogie n'ait d'offrir (cher), le cerveau s'est organisé par un tel mode, que la loupe végétale (1216), il s'agit partout où les ramuscules nerveux se développent en longueur, dans une capacité close, là dépensant leur énergie, faute de pouvoir s'allonger, primant en différents sens et à un degré d'énergie, ils finiront par offrir à l'œil la forme de l'organe cérébral; ces masses se formeront alors une unité ganglionnaire, centre d'élaboration nerveuse, laquelle, chez certains animaux, continuera à vivre indépendante, de devenir indépendante, et de se séparer du tout, pour

se et reproduire son espèce, en continuant le développement.

Il serait absurde de supposer que ces cellules cérébrales fussent une superfétation inutile accessoire de l'organe de la vie que la nature, qui s'est montrée si avare, dans les organes les plus indifférents, eût chargé d'un inutile fardeau le foyer de l'imagination et de la volonté. Si ces cellules ne concouraient pas à la création de la vie, elles l'étoufferaient; leur compression nous rendrait stupides. Nous ne faisons qu'indiquer l'idée, sur laquelle nous reviendrons, en insistant plus spécialement de la pensée, dans la quatrième partie de cet ouvrage.

Le rameau nerveux, avons-nous dit, est, par sa forme, organisé comme l'élément de la vie. C'est une cellule qui s'allonge et protège les autres cellules par ses deux parois, l'intérieure et l'externe. La cellule nerveuse doit donc, comme toutes les autres, renfermer les spires que nous avons vues dans le cylindre musculaire; mais, dans le système nerveux, le hasard ne m'a pas fourni l'occasion de confirmer cette analogie, incontestable dans les autres tissus, par l'observation directe. Le système nerveux, sous ce rapport du muscle, en ce qu'il se développe dans une capacité close, s'oppose à la circulation générale, tandis que le nerf, en se développant dans les interstices de tous les autres organes cellulaires, se bifurque à l'infini et se ramifie à tous les points de rencontre, et, dans cette reproduction dichotomique, sur les limites qui séparent l'être vivant de l'extérieur. C'est là que les nerfs reçoivent les impressions.

Les impressions sont des influences du milieu ambiant, influences qui s'exercent sur l'organisme dont les effets varient suivant la structure de l'organe nerveux qui les subit et les reçoit. L'organe se nomme *sens*, et l'impression qui est spéciale se nomme *sensation*. La papille nerveuse qui arrive jusqu'à la surface du corps ou d'un organe interne, est, dans toute la latitude du mot, et au centre de la perception, une impression spéciale qui résulte de la spécialité de sa structure. Mais il serait impossible à la mémoire humaine de s'assigner un caractère distinctif à ces innombrables spécialités; ce sont des impressions que notre esprit a groupées, par analogie, sous un petit nombre de dénominations.

Nous comptons donc cinq genres de sens : le toucher, la saveur, l'odorat, l'ouïe,

et la vue, et cinq sens différents destinés à les percevoir. Nous allons décrire et la structure et l'analogie de nos sens dans tout autant de paragraphes séparés.

### 1° *Toucher ou organe du tact.*

1623. Tout rameau nerveux qui n'appartient ni à l'organe de l'ouïe, ni à celui de la vue, ni à celui de l'odorat, ni à celui du goût, une fois arrivé à la surface du corps, s'organise en organe du tact; et comme les dichotomies nerveuses se multiplient sans fin, il s'ensuit qu'il n'est pas un seul point de la surface du corps où ne se trouve une extrémité nerveuse, une papille susceptible de recevoir l'impression la plus circonscrite. La périphérie du corps vivant est un vaste réseau d'organes papillaires, qui nous mettent en communication constante et immédiate, avec toutes les molécules les plus minimes des corps et des milieux ambiants.

1624. Mais, par la même raison, il doit exister un âge où le toucher est moins étendu, et les sensations qui lui sont spéciales plus incertaines, où l'être enfin doit être fort peu en communication avec le monde extérieur par ce genre d'organes; car il doit exister une époque où aucune fibrille nerveuse n'est encore arrivée à la surface, et une époque où quelques fibrilles nerveuses seulement ont poussé leur développement dichotomique, jusqu'à la périphérie du corps; cette époque coïncide avec les premiers instants de la vie embryonnaire. Dans le premier cas, l'animal croît, mais il est par ce côté tout à fait insensible; il devient de plus en plus sensible, à mesure qu'un plus grand nombre de dichotomies nerveuses sont parvenues aux limites de son corps; sa sensibilité est extrême, quand il n'est pas un point de sa surface qui ne soit perforé par une extrémité arrondie d'un rameau nerveux.

1625. La sensibilité se perd sans retour par la raison contraire à celle qui est la cause de son développement; par la paralysie des dichotomies, qui pullulaient sur une surface; elle est suspendue, toutes les fois qu'entre le duvet nerveux et le milieu ambiant, s'interpose une couche inerte et isolante, une couche de graisse, par exemple, qui écarte et déborde les papilles, ou une couche de cellules épidermiques durcies par le frottement, un calus désorganisé qui ait transformé, pour ainsi dire, les papilles et le réseau épidermique en tout autant d'écailles cornées; dès ce moment, les papilles du tact ne reçoivent plus que des indi-

cations lointaines, des impressions vagues et lentes à se manifester; elles sont plutôt averties que réveillées par la présence des corps étrangers. Le tact s'émousse par le travail et l'exercice, qui usent, par le soleil, qui dessèche; il acquiert une exquise sensibilité par l'oisiveté, qui ramollit, et par l'obscurité, qui étiole. Il se façonne à l'une ou l'autre habitude; mais le passage brusque de l'une à l'autre le désorganise et le tourmente; l'organe du tact est alors une torture, et l'impression est une douleur. De là vient que toute papille nerveuse qui est plongée dans l'obscurité d'un tissu charnu devient un organe de souffrance, quand le tissu s'entr'ouvre à la lumière et au contact immédiat de l'air; le bistouri enrichit le *moi* d'un nouvel organe, de l'organe de la douleur, sentinelle plus vigilante, plus active et plus prompt que toutes les autres, et qui transmet à l'âme, avec la rapidité de l'éclair, l'annonce d'une désorganisation intestinale, ou d'un déchirement artificiel. Car l'extrémité nerveuse reçoit alors une impression, à laquelle elle ne s'était pas façonnée de longue main.

1026. On concevra maintenant avec la plus grande facilité par quel mécanisme le tact nous avertit de la forme des corps, des caractères de surface et de leur température. La surface de la peau ne saurait se mouler sur la surface du corps, sans que les papilles soient plus refoulées les unes que les autres, sans qu'elles supportent une compression plus forte les unes que les autres, et parlant qu'elles souffrent plus les unes que les autres. Cette dégradation, émanée de la compression, nous donne la contre-épreuve de la périphérie du corps. Les caractères de surface, c'est-à-dire la dureté, la mollesse, l'âpreté ou le poli, ne sont, en définitive, que des caractères de périphérie réduits à leurs éléments microscopiques. J'aurai l'impression de l'âpreté, quand, en appliquant un corps sur une portion de la peau, il se trouvera que les unes des papilles nerveuses seront impressionnées, et que les autres ne donneront aucune indication; j'aurai même alors l'impression de la régularité et de la symétrie, selon laquelle ces aspérités seront rangées à la surface du corps étranger, car les papilles nerveuses sont rangées à la surface de notre corps,

(\*) « On a beaucoup parlé, dit Magendie, des extrémités ou *papilles nerveuses*, on en parle même encore dans les explications physiologiques; mais tout ce qu'on a dit sous ce rapport est purement imaginaire. Il est facile de démontrer que les corps qui ont été et qui sont encore nommés *papilles nerveuses*, n'en sont pas. » Cela est bref et tranchant, comme on le voit; mais cela ne prouve qu'une chose; c'est que le savant physiologiste n'est pas difficile sur la nature des démonstrations, et ne pousse

avec la régularité que suivent les organes même calibre, qui se pressent, sans lacunes contre les autres. Si toutes les papilles exception de la surface de la peau, qui se tiennent appliquées contre la surface du corps étranger, nous donnent à la fois le même genre d'impression, toutes sans exception aucune, ce sera un indice que la surface est lisse et polie. Or les papilles sensibles ne sauraient se trouver en contact avec une surface ambiante, sans qu'il y ait échange calorique entre les deux; de là le sentiment du froid et de chaleur; et cette communication a lieu aux points de contact, le sentiment du froid et de chaud servira à son tour à nous indiquer d'une manière graphique, les accidents de surface.

1627. Il suffit de laisser macérer un fragment de peau fraîche du corps humain dans l'eau pendant un certain temps, pour isoler jusqu'aux petits ramifications nerveuses, et pour diviser la membrane en tout autant de houppes fibrillaires, qu'il y a eu d'arrivées de troncs nerveux (\*). Mais sur la surface non encore décomposée, il serait difficile, même avec le meilleur microscope, de surprendre le plus petit indice de cette organisation, tant la papille nerveuse se confond, par son aspect et sa consistance avec le réseau, dans les mailles duquel elle se glisse, et tant la surface offre un tissu homogène quoique composée d'éléments si divers. A la figure (pl. 18, fig. 7) on la trouve sillonnée en surface par un réseau de triangles, au sommet de chacun se trouve çà et là un enfoncement, d'où se détache un poil ou un cheveu. Au microscope composé à réflexion (568), chaque triangle se subdivise jusqu'aux limites du pouvoir amplifiant, en dix-huit compartiments quadrangulaires, cinquante triangles ou triangulaires, qui font souvent l'effet de petites écailles furfuracées, à cause et du brillant de la lumière, sur la surface de chacune de ces petits compartiments, et de l'ombre dans laquelle chaque rigole de circonscription se plonge. Par réflexion, et aux grossissements plus exagérés, on trouve la membrane criblée de pores, si on l'a assez amincie pour qu'elle se prête à ce genre d'observation. Le réseau de la peau n'a pas le même pouvoir amplifiant que les ramuscules nerveux qui le traversent.

pas fort loin ses recherches. Ce n'est pas avec l'impression du scalpel qu'on peut poursuivre l'élément nerveux, jusqu'aux dernières fibrilles; c'est au moyen d'une lente macération qu'on isole ces fibrilles, en décomposant tous les tissus, dans lesquelles elles s'étaient insinuées, pour arriver jusqu'à la peau. La tomie du XVIII<sup>e</sup> siècle a mieux observé sur ce point qu'aucun professeur académique du XIX<sup>e</sup>.

de ces ramuscules est plus transparente que l'eau ; elle laisse passer toute la quantité de la substance du réseau arrête au point de contact ; et de cette manière , tous ces points de contact apparaissent , comme tout autant de pores.

Cependant , lorsqu'on transporte l'observation sur la surface palmaire ou plantaire du corps humain , lorsqu'on examine à la loupe la surface de la paume de la main ou de la plante du pied , on rencontre une structure toute différente . Il suffit en effet d'examiner attentivement à l'œil nu la surface de la paume de la main , ainsi que celle des doigts , surtout à leur base , pour distinguer des milliers de stries fines et parallèles , qui serpentent et se contiennent en spirales avec la plus élégante régulation . Ce travail enfin rappelle presque celui des circonvolutions du cerveau . Les stries désignent sous le nom de *guillemets* la loupe (pl. 18, fig. 5), on s'aperçoit que ce relief est produit par de longues et étroites circonvolutions en relief , dont les plus internes recouvrent tout à coup sur elles-mêmes , et ne sont séparées entre elles que par un sillon . Chaque circonvolution offre à sa surface une rangée de petits creux , fort peu profonds , régulièrement espacés , que la fig. 6  $\alpha$  représente dessinée sur un fragment isolé de la circonvolution qu'elle supporte . Nulle part , sur toute la surface du corps humain , on ne rencontre un relief semblable ; cette structure est exclusivement affectée aux surfaces palmaire et plantaire . C'est la nature de ces organes , c'est-à-dire leur fonction spéciale ?

Michhorn (\*\*\*) avait voulu démontrer que ce sont les organes destinés à transmettre la chaleur au dehors , que ce sont là les pores de la peau . Mais l'auteur n'avait pas assez mûrement réfléchi à cette pensée ; car la sueur s'exhale par la surface du corps ; or , nulle part ailleurs , on n'aurait découvert rien qui ressemble à la structure de ces prétendus pores . Si donc la sueur ne suit d'autre route à suivre pour arriver au dehors , nous ne devrions transpirer que par la surface des mains et la plante des pieds .

Enfin , si la nature avait besoin de pores de plus grand calibre , pour laisser passer la sueur , elle n'aurait pas fait que la peau humaine ne serait qu'un

crible capable de donner passage à la poussière comme à la sueur , aux impuretés les plus grossières autant qu'à l'eau la plus limpide . Enfin , avec quelque soin qu'on examine ces petits enfoncements au microscope composé , on n'y découvre pas la moindre perforation qui soit capable de les constituer pores ; la surface en offre un tissu tout aussi continu que la surface de toute la peau humaine , sur quelque point du corps qu'on la prenne . Les pores réels de la sueur sont inabornables à nos moyens actuels d'observation , tout autant que les pores de toutes les membranes animales .

1631. Il est donc nécessaire d'avoir recours à d'autres analogies , pour arriver à la détermination de la fonction spéciale de ces petits enfoncements .

1632. La surface de la paume de la main ne nous sert pas seulement à palper les objets , mais encore à les appréhender . Il faut en dire autant de la surface plantaire , quoiqu'elle ait perdu en grande partie , par le frottement de la marche , cette qualité que possède la main à un degré d'autant supérieur qu'elle est moins durcie par les travaux mécaniques . Or si nous examinons , sous l'influence de cette donnée , les organes d'appréhension des animaux d'un ordre inférieur , il sera peut-être possible de trouver l'analogie de ces petits organes . Arrêtons-nous à l'étude de l'*octopus granulatus* , l'un de ces céphalopodes de la mer , dont l'orifice buccal est bordé de prolongements , qui s'attachent à la surface des objets d'une manière si puissante (\*\*\*). La fig. 8, pl. 18, représente l'un de ces bras à la vue simple . On distingue sur sa surface interne , sur celle qui s'attache aux objets , et que l'on peut désigner par surface palmaire , on distingue déjà une double rangée de petites capsules qui sont saillies au dehors ; c'est avec ces organes que le bras tient aux objets ; ce sont eux qui se soudent sur les surfaces avec une telle adhérence , que si l'animal s'y refuse , on ne peut lui arracher sa proie qu'en déchirant l'un ou l'autre tissu . Ces petits organes sont donc les seuls et uniques organes d'appréhension de cette surface palmaire . Or , à la vue simple , ils n'offrent pas une structure plus compliquée que les petits enfoncements de nos doigts examinés à la loupe ; et si les organes de l'*octopus* étaient réduits aux mêmes dimensions que nos petits enfoncements palmaires ,

1. Notre premier Mémoire sur la structure intime de la nature animale , dans le tom. IV du Répertoire de Chimie , 1827. — Bulletin scientifique et industriel du Répertoire , 3<sup>e</sup> , n<sup>o</sup> 24 , nov. 1834.

2. La traduction de son travail dans le Journal com-

plémentaire du Dictionn. des sc. médic. , t. XXVII , p. 239 , 1826.

(\*\*\*) Malheur au nageur dont les deux jambes se trouvent saisies par les bras de la poulpe (*octopus vulgaris*) : il ne peut lui faire lâcher prise qu'en plongeant la main dans l'entonnoir de l'animal , et le retournant la tête à l'envers .



nous ne distinguerions pas les uns des autres; dès ce moment nous aurions établi, par la même conséquence, que le bras de l'*octopus* est orné, comme nos mains, de pores de la sueur, jusqu'à ce que l'animal, en s'attachant aux corps extérieurs, nous eût prouvé que chacun de ces petits pores est un organe d'appréhension; car alors l'analogie nous aurait indiqué la même fonction dans nos petits organes palmaires et plantaires. Or les dimensions ne sont rien moins que des conditions essentielles des fonctions; l'analogie ne réside que dans la structure et l'origine; la dimension n'est que la filière qui nous y conduit pas à pas, c'est un fil qui nous dirige à travers l'obscurité, une fois que nous l'avons reconnu et saisi à la lumière. Sur deux surfaces d'appréhension nous distinguons des petits organes, plus petits sur celle-ci, plus gros sur celle-là; mais il est constaté que les plus gros sont les organes immédiats de cette fonction; donc les petits n'ont pas d'autre destination et d'autre structure; donc ils n'en diffèrent que par leur petitesse, différence qui n'est telle que par rapport à nous.

1633. Les prétendus pores de la sueur, chez les mammifères plantigrades, sont donc des organes d'appréhension. Aussi voyez avec combien plus de puissance et moins de douleur nous saisissons les objets avec les mains et même avec la plante des pieds, qu'avec toute autre surface du corps, alors que celle-ci serait assez potelée pour embrasser, et assez musculaire pour enserrer étroitement toute la périphérie d'un corps. Qui ne sait qu'on peut retarder et suspendre une chute, en attachant la paume de la main à une surface verticale, que l'on trouve sur son passage? Il n'est pas rare de rencontrer dans les prisons, des individus qui, se plaçant dans l'angle de la cour, montent jusqu'au faite de l'édifice et en redescendent avec la même facilité, en appliquant la paume des mains et la plante des pieds contre la surface de l'une et l'autre muraille; ce qui a obligé l'administration à terminer par une petite voûte la partie supérieure des angles de la basse-cour, précaution sans laquelle tous les prisonniers auraient bientôt fini par s'évader, sans le secours d'échelles. Il est certain enfin que cette puissance d'appréhension s'accroît, avec l'humidité de la surface. L'analogie achèvera de nous faire comprendre comment et pourquoi cette surface se comporte alors de la sorte.

1634. Chacun des petits organes papillaires, avec lesquels l'*octopus* s'attache à la surface des corps, se présente à la loupe, sous la forme d'une

petite cupule divisée en deux compartiments par l'intérieur, par une cloison circulaire qui ferme l'ouverture, et qui, en rapprochant ses bords, forme deux cavités ou deux chambres en communication entre elles. Les fig. 10 et 11 représentent la section verticale de la première à une loupe plus faible que la seconde. On voit ainsi que, si la cloison en forme de valvule ( $\alpha\alpha$ ) venait à rapprocher ses bords, elle posséderait une chambre antérieure ( $\alpha$ ) et une chambre postérieure ( $\beta$ ); et que si l'externe rapprochait aussi ses bords de la même manière, les deux chambres seraient en communication entre elles et avec l'extérieur. Il est évident qu'un organe semblable, par la vertu de sa structure musculaire, en rapprochant par un contact immédiat, bien les parois de chaque cavité entre elles, la valvule ( $\alpha\alpha$ ) et le bord de l'ouverture. De cet état, l'organe sera sans cavité aucune. Mais quand, par cet état, l'animal applique la surface antérieure de la cupule contre un corps étranger, et à coup il ait le pouvoir d'écarter les parois des deux chambres et les bords de ses deux ouvertures, l'externe et l'interne, il est évident qu'il se crée le vide par ce seul fait, et que la cupule adhère au corps étranger par la compression de la colonne atmosphérique, que la cupule agit comme d'une ventouse; et la puissance d'adhésion peut atteindre la force de 32 pieds d'extension a donc lieu par la faculté qu'ont les cupules des céphalopodes sont des ventouses. Les prétendus pores de la sueur humaine sont analogues de ces cupules. Mais la puissance d'adhésion d'une ventouse dépend de sa structure et de sa dimension; les prétendus pores de la sueur, par la petitesse de leur calibre et le peu d'élasticité de leurs bords, vu surtout le peu de profondeur de leur capacité, resteront bien loin en arrière d'appréhension que produisent les bras des poulpes, des sèches et des autres tentacules, mais leur fonction n'en sera pas moins en de moindres proportions. Ce sont des organes innombrables mais peu saillantes, et à peine visibles à l'œil nu.

1635. Constituons la dissection des céphalopodes, afin que l'étude de ces organes de grande dimension nous amène à deviner la structure des organes analogues, mais de moindre dimension. Nous venons de voir que chaque bras a la propriété de partager sa grande cavité en deux chambres, sans communication

facilement que la valvule ( $\alpha$ ) fait le piston d'une pompe foulante et que la cupule serait le corps de pompe, et, ce dont nous nous occuperons spécialement, que la surface qui en tapisse l'intérieur, une surface aspirante, ait la propriété d'absorber l'air, de lui donner le vide pour faire le vide. Supposons, en effet, que la cupule n'offre aucune cavité, alors, lorsque, par les bords, sur la surface à laquelle elle s'attache; l'adhérence ne saurait résister, tant qu'entre l'organe et la surface du corps il restera une couche d'air. Lorsque la valvule ( $\alpha$ ) s'éloigne de l'orifice, elle, tant adhérente à la cavité et sans laquelle ne formera une chambre antérieure, par sa force d'expansion, se sera raréfiée; alors le fond de la cupule, à son tour, par la valvule ( $\alpha$ ), et qu'en même temps elle ferme ses bords pour former une seconde chambre ( $\beta$ ) attirera l'air renfermé dans la première ( $\alpha$ ); et la valvule ( $\alpha$ ), se rapprochant de la surface du corps, s'y applique, en fermant le nouveau ses bords, pour reformer le vide, elle fera l'office une seconde fois, qui raréfiera une nouvelle quantité d'air; la deuxième chambre lui reprendra une nouvelle portion pour l'absorber par sa surface aspirante. Par ce mécanisme, la cupule finira par remplir le corps d'une manière aussi intime que les deux surfaces appartenaient à la même membrane; s'en détacher, l'animal n'aura besoin, par l'expiration, l'air qu'il avait aspiré, et de détruire le vide, le contraire à celui qui l'avait produit. Lorsque s'il a l'intention de ne pas trop adhérer aux corps voisins, il sera capable de garder, dans la deuxième

chambre ( $\beta$ ), la provision d'air que lui aura transmis l'aspiration de la première; et que pour détruire le vide maintenu par la fermeture de la valvule ( $\alpha$ ), il suffira que celle-ci s'ouvre et remette ses deux chambres en communication; la cupule dès cet instant lâchera prise, obéissant à l'effort musculaire de la volonté. Pour suffire à tous ces mouvements, ce petit bras d'une structure si simple en apparence, quand on l'observe de grandeur naturelle (pl. 18, fig. 8), présente au contraire, à un grossissement plus élevé, une complication d'une admirable régularité. Un gros nerf le traverse dans toute sa longueur, envoyant un gros rameau se distribuer dans la substance de chaque cupule ( $\alpha$ , fig. 9); il est logé dans une cavité cartilagineuse ( $\epsilon$ , fig. 9) qui sert d'os flexible, si je puis m'exprimer ainsi, à la charpente, et contre lequel s'attachent quatre systèmes musculaires qui divisent l'organe en quatre compartiments, dont trois offrent la section d'une lentille plano-convexe, et le postérieur la section d'une lentille biconvexe (402). La figure 12 est dessinée d'après une section transversale prise vers le milieu de la longueur du bras. On y voit la section du gros nerf ( $\epsilon$ ) presque libre dans un névrilème lâche et aranéeux, le tout logé, comme dans un fourreau, dans un cartilage ( $\delta$ ), à deux côtés parallèles, et les deux autres échancrés en portion de cercle. Chacun de ces côtés est flanqué d'un muscle ( $\gamma$ ), dont les compartiments (1563) imitent des fibres perpendiculaires au diamètre de l'organe; ( $\alpha$ ) et ( $\beta$ ) présentent la section des deux chambres des cupules qui sont rangées sur deux rangs longitudinaux. Les fibres musculaires qui font mouvoir avec tant de puissance chaque cupule, ne sont pas visibles à ce grossissement, mais les contractions variées de chacun de ces organes indiquent assez que les muscles n'y manquent pas (\*).

G. Cuvier lut à l'Académie un travail, sur un ver qui offrait cela de singulier, qu'il affectait la forme, la forme et les dimensions d'un bras de l'*octopus* (le *polype granuleux*) sur lequel il vivait en parasite. On trouva ce miraculeux ver sur l'*octopus*, dans le ventre. Cet animal offrait 50 paires de ventouses, comme l'*octopus*. D'après Cuvier, la bouche aurait été au bout de l'extrémité antérieure du ver; dans l'animal vivant elle se présentait sous la forme d'une fente étroite; dans l'animal mort elle aurait paru comme en ses bords relevés. L'appareil digestif consistait en un sac stomacal, sans ramification intestinale; de ce sac, il s'en serait trouvé un autre à l'autre bout, occupé par les replis innombrables d'un fil, qui, par sa couleur et l'éclat de la soie ébrée; l'un de ces

vers l'aurait rejeté rapidement, à l'instant où il a été pris. Les organes sexuels restaient encore à découvrir; mais l'anus n'aurait été autre que la bouche. L'auteur le nomma *hectostoma* (ver à cent bouches) puis *hecatocotyle* (ver à cent ventouses). Delle Chiaie avait observé, sur le poulpe de l'argonaute, un animal analogue, à qui il avait donné le nom de *trichocéphalus acetabularis*: celui-ci n'avait que 70 ventouses.

L'anatomie de l'animal laissait, comme on le voit, beaucoup à désirer; un débutant se serait bien gardé de solliciter un rapport académique sur un travail aussi peu approfondi; et avant de publier un résultat aussi extraordinaire, et d'annoncer la découverte d'une organisation si anormale, il y aurait regardé à deux fois. Mais Cuvier cherchait l'occasion d'une polémique; il jeta son ver en forme de défi: et son adversaire ramassa le gant, comme un gage de bon aloi. Ce gage n'était qu'une

1636. Or si l'on procède à l'anatomie fine de la surface palmaire de la main, on pourra poursuivre la marche de chaque ramuscule nerveux jusque sur la surface postérieure de chacune de ces petites cupules, qui n'en sont pour ainsi dire qu'une expansion. Les petites cupules ( $\alpha$  pl. 18, fig. 6) de la surface palmaire et plantaire, chez l'homme et les animaux plantigrades, sont donc des organes d'appréhension comme chez les céphalopodes, et l'appréhension se fait chez les uns comme chez les autres, par la succion, l'aspiration, par le mécanisme enfin de la ventouse.

Sur la surface palmaire des batraciens, ces cupules sont proéminentes et papillaires; et chez la rainette, elles acquièrent, à un degré si éminent, la propriété qui les caractérise, que l'animal peut même se tenir attaché contre les plafonds des appartements, en appliquant, contre leur surface, ces petites papilles qui prennent alors le nom de pelotes visqueuses.

1637. En conséquence, outre les organes du tact, les surfaces palmaire et plantaire possèdent un autre genre d'organes, qui sont des organes d'aspiration et parlant d'appréhension; les uns et les autres prenant naissance à la sommité d'un ramuscule nerveux, dès que celui-ci parvient à la limite qui le sépare de l'air extérieur et de la lumière.

## 2<sup>o</sup> Organe du goût.

1638. Les nerfs qui se distribuent dans la langue, se dirigent, de dichotomies en dichotomies, vers la surface supérieure de cet organe, qu'ils tapissent de leurs extrémités papillaires. Chacune

méprise, dont nous avertîmes les observateurs, dans les *Annales des sciences d'observation*, tom. III, pag. 290, 1830, en leur donnant le moyen, par l'anatomie comparative, de vérifier ou de réfuter notre assertion. L'hypothèse de Cuvier parut sans doute trop absurde pour qu'on osât nous réfuter; c'est le cas où l'on ne saurait mieux faire sa cour à l'illustre vaincu, qu'en gardant le plus profond silence.

Le ver extraordinaire de Cuvier n'était que l'un des bras de l'*octopus* lui-même, bras qu'un animal marin avait coupé d'un coup de dent, pour se débarrasser des étreintes cruelles du céphalopode. L'un de ces bras avait été trouvé tenant encore, comme par un fil, à la surface amputée; Cuvier avait traduit ce fait, en disant que l'un de ces vers se trouvait attaché à l'un des bras de l'*octopus*, dont il avait dévoré la plus grande partie; comme si le céphalopode se serait prêté, de bonne grâce, à laisser dévorer l'un de ses bras, par un ver qu'il aurait si bien pu mettre en pièces avec les sept autres. Le fil semblable à la soie grège, que l'animal aurait rejeté, lorsqu'on l'a pris, n'était qu'une portion d'un tissu nerveux, qui s'étirait en un long filament, alors que le naturaliste cherchait à la détacher, en

de ces petites papilles est un organe finiment délicat, vu que la surface qu'il recouvre en est moins souvent exposée au l'extérieur, et qu'elle est maintenue dans une atmosphère humide. transmise par cette variété du toucher *saveur*; l'organe qui le transmet *organe du goût*; sa fonction spéciale *de sapidité*; le siège en est la lam musculaire qui en outre sert pour s truelle à la mastication. Le corps cette sensation sur la langue, se n *sapide*; on donne le nom d'*insipide* qui ne laisse sur la langue aucune in ce genre. Les saveurs ne sauraient | définies que toutes les autres impr définition est basée sur une compa n'est rien, au dehors de nous, que ne comparer avec ces impressions qui nous. On a distingué les saveurs en *do acerbes, grasses, styptiques, acides visqueuses, sèches, spiritueuses, a nauséuses, urineuses, salées*, et évident que dans ce nombre, on a impressions du toucher et de l'odora pression de la sapidité. En effet, le sauraient être ni *spiritueuses*, ni a ni *urineuses*, impressions qui app l'odorat; ni *visqueuses*, ni *sèches*, sortes d'impressions qui appartienn cher. Quant aux autres dénomination vent servir, comme des indication approximatives, mais non comme d de précision, et il est certain que le saveurs s'élèverait trop haut, et qu

tirant la portion amputée; on voit le même toutes les fois qu'on tire avec violence une | d'*octopus*, qu'on a détachée de la portion inférie de l'animal n'était que la portion du bras debou musculaire, qui pouvait agrandir ou resserrer par ses différentes contractions. Enfin, s'il sul longitudinale, pour constituer les caractères d'un bras d'*octopus*, comme on le voit, ne manque caractère par la cavité (8) qui sert de nerfilleu nerveux (fig. 9 et 11). Mais, objectera-t-on, Le ver se mouvoir dans l'eau; il est aisé de répond en coupant dans l'eau de mer le bras d'un cép conque; car il se mouvra assez longtemps, p nomenclature d'un ver *sus generis*; chaque pourra avoir ainsi un jour un ver parasite de pl moins.

La méprise est due en partie, sans doute, à des céphalopodes n'avaient jamais été disséqu même par les auteurs qui avaient publié avec générale de ces animaux.

raient trop entre elles, s'il fallait entreclasser les impressions, que peuvent e, sur notre langue, les divers corps dans la nature. La meilleure dénomination désigner les saveurs, c'est le nom du a fait naître ; on ne saurait se méprendre manière, quand il s'agit d'établir une on.

Nous venons d'affirmer que la langue e du goût ; cependant des expériences embleraient avoir établi que la topogout est plus étendue ; on a cru reconnaître l'opinion de Boerhaave, Leuwenhoek., que les lèvres, les gencives, la qui recouvre la voûte palatine, le voile, le pharynx et les dents elles-mêmes affectées par l'impression de quelques ssemble que sur une question semblable ait pas exister la moindre dissidence, rience recommence bien des fois par s la dissidence provient d'une fausse ion des mêmes phénomènes ; la vérité ouver dans la conciliation des deux

a a souvent cité l'expérience que Sulzer ans son petit traité intitulé *Théorie du* i l'on insinue l'extrémité de la langue k pièces de monnaie, l'une d'argent et r ou de cuivre, rapprochées par un de s, on perçoit au même instant une sa-, qui disparaît, quand on interrompt le immédiat des deux métaux. Nous allons que la sapidité ne se manifeste jamais a mécanisme analogue, et que la langue erçoit jamais rien.

ulle substance n'est sapide qu'à l'état i langue ne perçoit aucune espèce de sa- id sa surface est sèche et que le corps solide. Placez sur la langue un fragment ristallisé ou de sel marin préalablement 'impression de saveur ne se manifestera e le liquide, qui suinte de la langue, en us une certaine quantité ; l'impression re sera subite, quand le sucre et le sel iveront à la langue, à l'état humide. *licca non gustat*, dit-on, mais alors *agit*. L'organe du goût est devenu ainsi toucher (1623).

ependant lorsque nous affirmons qu'il poser un liquide sur la langue, pour en a saveur, cela n'a pas lieu si la langue isolée des parois de la bouche ; et c'est t que se trouve la solution de la diffi-

culté, qui avait fait naître entre les auteurs une aussi grande dissidence.

POUR QUE LA LANGUE PERÇOIVE LES SAVEURS, IL FAUT QU'ELLE SE METTE EN COMMUNICATION AVEC UN ORGANE OU MÊME UN CORPS ÉTRANGER, PAR L'INTERMÉDIAIRE DU CORPS SAPIDE.

1643. En effet, trempez le bout de la langue dans un liquide sapide, vous n'éprouverez qu'une sensation de tact et non une saveur. Appliquez la langue ainsi humectée contre une cuiller d'argent, la saveur se manifestera avec les caractères ordinaires au corps sapide. Appliquez une dissolution sucrée sur les lèvres, sur les gencives, sur les dents, sur un point quelconque de la voûte palatine, vous n'éprouverez d'autre sensation qu'une sensation tactile, pourvu que la goutte soit telle, qu'elle ne descende pas sur la langue ; portez cette goutte sirupeuse sur toutes les surfaces précédentes au bout d'un instrument de métal, en maintenant celui-ci en contact immédiat avec l'organe, vous n'aurez pas de saveur plus prononcée que la première fois. Mais portez, sur ces surfaces humectées du corps sapide, le bout ou le bord de la langue, et aussitôt vous en percevrez la saveur. Ainsi la langue isolée ne percevait aucune impression, tant qu'on la tenait isolée des autres surfaces buccales, alors même qu'elle aurait été en communication directe avec le corps le plus sapide ; mais dès qu'elle promène le liquide sapide sur les lèvres, sur les gencives, sur les parois de la voûte palatine, ou autres parois buccales, elle perçoit la saveur. Il en est de même, quand elle promène le corps sapide sur les surfaces externes, sur la barbe et sur le menton. C'est là ce qui avait fait croire que les lèvres, la surface de la voûte palatine, les gencives et les dents, étaient aussi des organes du goût ; ces organes n'ont pas d'autre destination que tout autre corps étranger ; ils servent d'élément, si je puis m'exprimer ainsi, à la pile, pour déterminer le courant, sans lequel la sapidité sommeille, et la saveur refuse de se manifester.

1644. Or, pour que ce courant s'établisse, il n'est pas nécessaire que le pôle positif, que la langue, soit en contact immédiat avec le pôle négatif, et par lui-même insensible ; la communication, comme dans la pile ordinaire, peut s'établir tout aussi bien au moyen du liquide sapide, et l'on perçoit également la saveur, quand, la bouche pleine du liquide, on tient la langue écartée des parois, que lorsqu'on l'applique contre elles. Il ne faut pas même pour cela que la bouche soit entièrement pleine de liquide ; il suffit

que l'un des bords de la langue se trouve en communication avec l'une quelconque des surfaces de la bouche, par le liquide interposé. Or, comme on ne saurait appliquer une goutte de liquide sur le voile du palais, qui ne parvienne aussitôt à la langue, par le véhicule des liquides salivaires et muqueux qui tapissent l'arrière-bouche, il s'en est suivi qu'on a attribué à cette membrane une sapidité qui n'est pas de son fait. Par la raison contraire, comme le milieu de la langue ne saurait toucher aucun point des parois circonvoisines, et établir par conséquent le courant nécessaire à la manifestation de la saveur, il s'en est suivi qu'on l'a déclarée insapide, parce que, pour juger de sa sapidité, on s'est contenté de déposer une goutte de liqueur sapide sur sa surface, sans penser à la mettre en communication avec un corps étranger.

1645. Dans le goût, il faut donc distinguer deux choses, le mécanisme et la saveur qui en résulte. La langue perçoit les saveurs; mais la saveur ne se manifeste qu'à la suite d'un courant galvanique, et par le jeu d'un couple, dont la langue est un élément, un corps étranger quelconque l'autre, et la dissolution du corps sapide le véhicule.

1646. La sapidité d'un liquide est une impression passagère; il faut le renouveler pour reproduire la sensation, de même qu'il faut renouveler le liquide acide ou salin des piles ordinaires, pour redonner de l'énergie au courant. Ainsi la langue finit par ne plus recevoir d'impression; même alors que la bouche reste pleine du liquide sucré.

1647. On cite des cas où l'absence complète de la langue ne nuit pas à la sapidité. ce qui semblerait au premier abord contraire à ce que nous venons d'établir. Mais ce n'est point la langue avec sa forme ordinaire que nous avons désignée comme étant l'organe du goût; c'est sa surface papillaire; ce sont les papilles qui la recouvrent, et enfin c'est chaque papille en particulier. Or ces papilles existent sur le moignon rudimentaire, comme sur la langue normale, parce que les trois nerfs principaux : *lingual*, *glosso-pharyngien* et *grand hypoglosse*, parviennent aussi bien à l'organe réduit qu'à l'organe développé, et que celui-là n'est pas plus privé de papilles sapides que l'autre; il peut, tout aussi bien que l'autre, être mis en communication avec l'une ou l'autre des parois de l'arrière-bouche, par le liquide dont on cherche à déterminer la saveur.

1648. Nous nous occuperons plus spécialement

des diverses formes qu'affectent le goût, en traitant du tissu corné.

1649. On a tâché, par l'anatomie et les expériences, de déterminer le nerf qui est le nerf du goût. Quelques auteurs ont dit que c'était le *lingual*, les deux autres n'ont pas dit le contraire; ils ont dit que les deux autres nerfs moteurs de la langue; ils ont dit qu'ils ont l'opinion sur ce que ce nerf était celui qui avait le plus de ramifications à la surface de la langue, tandis que les deux autres n'en avaient principalement dans la portion intérieure de cet organe. Mais cela ne prouve rien de plus, que le lingual doit avoir une plus grande sistance à un plus grand nombre de papilles que les autres, mais non que les autres soient destinés à se terminer en papilles, une fois arrivés à l'une des surfaces de la langue, le nerf réside dans la structure papillaire. Tout ramuscule nerveux affecte cette forme, aux limites de la peau, il est impossible qu'il pénètre dans le tissu de la langue, sans parcourir une plus ou moins grande distance, avant d'arriver au goût. D'autres ont coupé le nerf d'un animal vivant, et ils ont vu que, après cette opération, l'animal perdait la faculté de recevoir les saveurs. Mais comment ne pas voir qu'une opération aussi violente que celle de frapper d'insensibilité un organe, l'on sait qu'un simple petit bouton sur le filet de la langue. qu'une simple incision passagère suffit pour priver la langue de sa sensibilité? Coupez le filet de la langue d'un animal adulte, et jusqu'à la parfaite cicatrisation de la plaie, il arrivera fréquemment que l'animal a complètement perdu le goût. Ensuite on a frappé de mort un nerf, les produits de la désorganisation, qui dès ce moment se produisent, sont-ils pas capables de frapper de mort la sensibilité à leur tour, les nerfs avec eux? Le premier s'anastomose? Le grand tort de ces expériences, c'est qu'ils ne font pas assez la part de la solution de continuité apportée dans l'organisation d'un organe, et qu'ils veulent en tirer le mécanisme de ses fonctions, en se basant sur des expériences qui le désorganisent. d'autres auteurs qui ont tenté de déterminer la distribution des nerfs de la langue par l'usage de papilles, et qui n'ont pu y parvenir, quand ils faisaient usage de loupes et de microscopes perfectionnés d'après la méthode de Cuvier. C'est qu'en vérité (et dans cet ouvrage nous faisons l'air d'une répétition oiseuse), ce ne



des perfectionnés qui font voir ; c'est la de l'observateur, qui varie les procédés et toutes les images à la contre-épreuve tence et à celle de la discussion. Un nerf ns une lame musculaire ne s'en distingue in rapport au microscope, les deux sub- mbient y former un tissu continu. Mais scalpel ne saurait poursuivre, la macé- e ; et l'étude des nerfs réclame impérieu- secours des macérations plus ou moins s ; c'est par ce moyen qu'on arrivera à e les dichotomies nerveuses, jusqu'au e qui se termine en papille du goût. Car embraneux et musculaire se décompose u, beaucoup plus vite que le système et avant même que les houppes nerveuses isolées réellement, elles deviennent dis- i tissu ambiant, au microscope, à cause rence du pouvoir réfringent, qui s'est re le tissu qui se décompose et le tissu intient.

Quoique affectant une forme simple, ce- a langue est, comme tous les autres or- i organe double, et qui doit provenir de n de deux nerfs émanés de la même ré- i surface cérébrale. On la voit déjà bifide erpents, et sur celle des mammifères, on une ligne médiane qui la traverse dans ongueur.

### 3<sup>e</sup> Organe de l'odorat.

Les papilles nerveuses de la langue ne t que les liquides ; les papilles nerveuses ent les fosses nasales ne perçoivent que t les vapeurs. La même substance peut e affecter les deux organes à la fois sans e nature : elle peut être sapide par ses i dissoutes, et odorante, par ses molé- euses ou réduites momentanément à l'état rs. L'acide acétique par exemple dissous grande quantité d'eau, se décèle à l'or- goût, dès qu'on en met une goutte sur la i évaporez un peu la dissolution, il se dé- tât à l'odorat ; quand il est assez concen- que l'évaporation en ait lieu d'une ma- ntanée, l'odorat en est affecté à de distances. On conçoit de cette manière l'air est habituellement le véhicule des es odeurs pourraient se manifester dans et quelquefois même elles n'en seraient intenses, parce que le vide favorise la ion. L'odorat est de la sorte la sentinelle

avancée de la respiration, comme le goût est la sentinelle avancée de la digestion ; l'un essaye l'air que doivent élaborer les poumons, et l'autre les substances que doit élaborer l'estomac, afin que les organes musculaires arrêtent les unes et les autres au passage, dans le cas où elles porte- raient les caractères, auxquels un secret instinct nous fait distinguer les éléments nuisibles à la vie. L'odorat flaire à chaque inspiration de la poitrine, surtout lorsque nous fermons la bouche, et que l'air extérieur n'a d'autre voie pour arriver aux poumons que le canal des fosses nasales ; l'organe du goût déguste à chaque mouvement de la mas- tication.

1652. Tout ramuscule nerveux, à quelque ordre de nerfs qu'il appartienne, devient organe d'ol- faction, dès que l'extrémité en vient s'organiser en papille, sur la membrane pituitaire qui tapisse le fond des fosses nasales.

1653. Dans les ouvrages de physiologie hu- maine, on a droit de consacrer de plus longs déve- loppements à la description anatomique des diver- ses pièces osseuses qui rentrent dans la structure du nez humain. Dans un ouvrage tel que le nôtre, tous ces détails ne doivent être considérés que comme des accessoires d'une importance indivi- duelle, comme des caractères de classification, et non comme des éléments essentiels de la fonction ; et c'est la fonction seule qui rentre dans le cadre que nous avons tracé à la chimie organique. Le nez peut subir, dans sa structure intime, et dans ses formes extérieures, toutes les transforma- tions possibles, et se réduire, depuis la trompe de l'éléphant, jusqu'aux petites ouvertures que l'on remarque sur le bec des oiseaux ; mais l'organe olfactif, l'organe papillaire n'en reste pas moins le même dans sa structure intime, dans ses apti- tudes et dans ses rapports avec l'organe cérébral, avec le centre nerveux. Je puis donc le concevoir là où mes yeux n'en observent plus de traces ; car je puis le concevoir réduit à deux papilles symé- triques, et mon œil ne saurait distinguer deux pa- pilles nerveuses plongées dans un tissu organisé. C'est à l'analogie à nous en indiquer la place ; car la place des organes ne change pas avec leurs di- mensions. La place de l'organe de l'olfaction est derrière celui du goût et avant celui de la vue. L'organe de l'olfaction est un organe double, et cette duplicité est marquée chez les mammifères, par l'existence des deux fosses nasales.

1654. Sous le rapport qui nous occupe, on dis- tingue les corps en *odorants* et *inodores* ; et les diverses odeurs se désignent par les épithètes

d'*aromatiques, piquantes, fugitives, vagues, agréables, désagréables*, mais plus spécialement par le nom du corps d'où elles émanent. Sous le rapport chimique, nous traiterons de nouveau des odeurs, dans la classe des substances organiques.

#### 4<sup>e</sup> Organe de la vue.

1655. Nous serons moins succinct, dans la description de l'organe de la vue, non-seulement parce que l'étude de sa structure est intimement liée à celle de l'instrument dont nous avons introduit l'emploi dans le laboratoire, mais encore, et surtout parce que nous avons à renverser toute la théorie de la vision, telle qu'elle est professée depuis près de deux cents ans dans les écoles.

1656. L'œil est un organe destiné à percevoir la lumière, et à juger de la forme des corps, de leur superficie et de leurs distances respectives, par la quantité de rayons lumineux qu'ils laissent parvenir jusqu'à nous. Nous allons décrire l'œil humain, et en mettre la structure en évidence, à l'aide de figures que nous avons eu soin de prendre d'après nature, avec toute l'exactitude et le fini que réclament des détails aussi délicats.

1657. Au-dessous de deux grands arcs hérissés de poils qui semblent destinés à marquer la ligne horizontale où le front finit et où le visage commence, la peau s'est fendue horizontalement, pour former comme deux voiles musculaires, qui s'écartent, afin d'ouvrir le monde extérieur à nos regards, et se rapprochent, pour protéger l'organe de la vue, ou en lubrifier les parois avec des larmes. Ce sont les paupières, organes de conservation, dont la privation entraînerait la perte de la vue. La surface extérieure ne s'en distingue pas du reste de la peau; les bords en sont cartilagineux (*tarses*), et s'appliquent exactement les uns contre les autres, comme si la fente était le produit d'un instrument tranchant. Une rangée de cils (*cl*, pl. 4, fig. 26) les termine, comme pour abattre les rayons lumineux qui tomberaient à faux, sur la cornée transparente, ou pour tamiser la lumière qui nous arriverait avec trop d'intensité. La surface interne des deux paupières est tapissée d'une membrane délicate, de la nature des muqueuses, qui se continue avec celle qui tapisse toute la surface antérieure de l'œil (*cj*), et vient se confondre avec la cornée transparente (*cn*); cette membrane se nomme *conjonctive*. On en voit les fragments chiffonnés (*cj*) sur la fig 21, pl. 4.

C'est au-dessous de cet appareil que se trouvent les globules des yeux, dans deux cavités qui se nomment *orbites*.

A l'angle externe de l'orbite (fig. 24) on trouve la *glande lacrymale* (1618). À l'angle interne (*cr*) la *caroncule lacrymale* (\*), voisinage de laquelle est pratiqué sur l'angle de chaque paupière, un orifice béant qu'on nomme *point lacrymal*; ces deux points se réunissent en deux canaux de deux ou trois lignes de diamètre d'un poil, et viennent se réunir dans une cavité placée à l'angle interne de l'orbite, que l'on nomme *sac lacrymal*, et qui communique avec les fosses nasales, par un conduit que l'on nomme *canal nasal*. On a vu, à l'usage de cet appareil, un appareil excréteur des larmes, un conduit pour amener les larmes dans la cavité de l'organe olfactif. Mais les larmes quand elles affluent en très-grande abondance paraissent trouver un écoulement plus facile par la grande ouverture des paupières qu'un petit orifice du diamètre d'un poil; elles s'échappent en torrents par les paupières, alors on voit échapper une goutte par le canal nasal; les larmes ne sont pas des pleurs, elles ne coulent ni par la grande ouverture ni par le canal, elles s'évaporent, après avoir été évaporées par le jeu des paupières, sur la surface de la conjonctive. En sorte que la nature aurait pu faire son plan, si elle avait réellement destiné à cet usage un appareil d'une structure aussi compliquée.

1658. A quoi donc est destiné le canal nasal? Examinons la question sous un autre point de vue. Le canal nasal met la communication entre les parois de la conjonctive, en communication avec la capacité des fosses nasales, nous avons dit être les sentinelles de la respiration. Mais l'inspiration appelle toutes les ouvertures qui aboutissent à elle, quand le vide se produit dans une capacité, l'air s'y porte avec violence par toutes les issues, les plus grandes comme par les plus petites. Dans l'acte de l'inspiration, l'air pénètre dans les poumons, non-seulement par les fosses nasales toujours ouvertes, et par la bouche quand elle est béante, mais encore par les conduits lacrymaux, quand les paupières seront écartées, ce dont au reste il est facile de s'apercevoir, en prêtant un peu d'attention à l'effet, toutes les fois que nous inspirons.

(\*) L'œil dessiné sur nos planches est l'œil humain.

us sentons une impression de froid, un  
 l'air dans la région de la caroncule la-  
 cr, fig. 26, pl. 4), dans l'angle interne  
 e de l'œil; impression qui devient toute  
 , dans l'acte de l'expiration. Voilà un  
 lieu en l'absence des larmes. Or qu'ar-  
 l, lorsque les paupières seront fermées  
 chées intimement, par l'application des  
 es l'un contre l'autre? L'inspiration pro-  
 vide dans cette capacité close; et par  
 nt elle attirera, vers l'angle interne de  
 n-seulement les sécrétions de la glande  
 , les larmes, pour en lubrifier les parois  
 jonctive, mais encore toutes les impure-  
 malgré la vigilance instinctive des pau-  
 uraient pu se glisser entre elles et la sur-  
 œil. Aussi voyons-nous toute impureté  
 r le rapprochement des paupières, qui  
 au contraire s'écarter, pour ne pas se  
 ontre l'obstacle, mais qui se réunissent  
 ner une cavité hermétiquement fermée;  
 eu l'impureté chemine et se rend à l'an-  
 ne de l'œil, où sa présence est sans dan-  
 on extraction facile. L'inspiration l'a-  
 ce point, et, pour y arriver, l'impureté  
 re la route où la compression des parois  
 ns forte, et par conséquent éviter la cor-  
 parente, cette perle de l'œil, qui se dé-  
 ce cas par sa proéminence même, qui  
 bstacle en le dominant, et lui trace un  
 n bas et loin de sa surface, en pressant  
 vexité le voile qui s'y applique exacte-  
 canal nasal est donc destiné à appeler  
 lubrifiants sur la surface de la conjonc-  
 nettoyer cette surface des impuretés qui  
 t l'assaillir, et dont les mouvements des  
 ne sauraient jamais la débarrasser, que  
 ongs et douloureux frottements. Il est  
 que si ces substances de surcroît sont  
 que ce soient des larmes ou de l'eau,  
 on les attirera dans les fosses nasales,  
 ie les impuretés solides resteront dans  
 terne, faute de trouver un conduit d'un  
 propre à les laisser passer.

La partie de l'œil que nous voyons se  
 sous les paupières ouvertes, présente  
 faces distinctes, l'une blanche, opaque,  
 se la conjonctive (*cj*) (ou *cornée opaque*),  
 uelle on voit se ramifier quelques vais-  
 guins, dont le nombre se multiplie dans  
 inflammatoires; puis une surface bom-  
 ulaire, une lentille convexe (*cornée* ou  
*transparente*), à travers la transparence

de laquelle on distingue (*pp*) une ouverture cen-  
 trale toujours noire (*pupille* ou *prunelle*), et  
 entourée (*ir*) d'une vaste auréole (*iris*), dont la  
 couleur, variable selon les individus, sert à dési-  
 gner la couleur des yeux. La fig. 25, pl. 4, repré-  
 sente cette double surface circulaire, dessinée  
 d'après un œil vivant, au grossissement d'une  
 loupe de 2 pouces 1/2 de foyer. Sur les yeux morts,  
 ce riche appareil se décolore et se déforme, sur-  
 tout quand on a enlevé la cornée transparente, et  
 que l'organe se trouve exposé immédiatement aux  
 influences de l'air. L'*iris* (*ir* et *ir'*) offre un ré-  
 seau de bifurcations vasculaires et rayonnantes  
 du centre à la circonférence, qui se dessinent en  
 gris sur un fond bleu ici, mais noir, vert-olive,  
 gorge de pigeon sur d'autres individus. Cette sur-  
 face présente deux zones: 1<sup>o</sup> une plus interne (*ir'*),  
 qui forme une espèce d'entonnoir, au fond duquel  
 serait logée la *pupille*. Elle est partagée en 16  
 grands rayons en creux, dont les intervalles sem-  
 blent comprendre environ 25 subdivisions rayon-  
 nantes, ce qui diviserait ce cercle en 400 degrés;  
 2<sup>o</sup> l'autre, plus vaste et qui enveloppe la première,  
 s'en distingue, parce qu'elle est plane, unie, que  
 ses divisions rayonnantes se subdivisent par des  
 dichotomies secondaires jusqu'à la circonférence,  
 et qu'elles se distinguent les unes des autres, par  
 la couleur, et non par les ombres d'un relief quel-  
 conque.

1660. La couleur noire de la *prunelle* ou *pu-  
 pille* (*pp*, fig. 25) n'est que celle de toute ouver-  
 ture d'une cavité non éclairée, et qui ne réfléchit  
 pas au dehors les rayons lumineux qu'elle absorbe.  
 En effet, si on détache le globe de l'œil de son  
 orbite, et qu'on le dépouille de l'enveloppe opaque  
 qui emprisonne les substances que recouvrent  
 l'*iris* et la *prunelle*, celle-ci devient tout à coup  
 transparente, car elle transmet alors à l'œil les  
 rayons lumineux, qui lui arrivent par réfraction  
 (392). L'*iris* est tapissé postérieurement par une  
 membrane noire, qui, une fois déchirée par la  
 dissection, répand dans l'eau un liquide noir,  
 qu'on a désigné sous le nom de *pigmentum*.  
 Nous retrouverons ce liquide dans d'autres tissus  
 de l'organe de la vision.

1661. Le globe de l'œil tiré de son orbite, par  
 la section et du nerf optique, et des muscles qui  
 l'attachaient aux os, et qui servaient à le faire  
 mouvoir sur son axe, de côté, d'avant en arrière  
 et d'arrière en avant, le globe de l'œil se présente  
 comme une sphère ayant le diamètre transversal  
 moindre que le diamètre vertical. La cornée trans-  
 parente proémine sur la surface antérieure du

globe, comme une lentille concavo-convexe qu'on appliquerait sur une sphère d'un plus grand rayon. Le nerf optique prend son origine à la partie opposée; mais la cornée et le nerf sont situés un peu au-dessous du diamètre transversal; en sorte que la calotte qui les surmonte est plus bombée que la calotte qui leur est inférieure. La direction du nerf est oblique par rapport à la tangente amenée à son point d'insertion; mais cette obliquité devient plus grande par les contractions de la mort, et diminue ensuite par la macération, en sorte qu'un œil conservé dans l'eau pendant quelques jours présente le nerf optique sur le prolongement du diamètre. Procédons à l'étude anatomique de l'œil, en partant du nerf optique, et après en avoir dépouillé le globe, des muscles, du tissu cellulaire, de la glande lacrymale, et de la conjonctive, enfin après en avoir réduit la périphérie aux parois résistantes qui l'enveloppent, sans aucune solution de continuité.

#### A. Étude anatomique et physique de l'œil.

1662. NERF OPTIQUE (pl. 4, fig. 21 et 22, *op*). — Chez l'homme, ce nerf, qui est cylindrique, mais grossit à mesure qu'il s'approche de l'œil, varie autour de trois millimètres de diamètre. La substance, qui en paraît si homogène à l'état frais, décèle une structure plus compliquée par une macération de quelques jours. On voit alors, à la loupe, comme une partie corticale (*no*, fig. 21, pl. 2) se détacher en forme d'un fort névrilème, de la portion centrale et comme médullaire (*md*). Ces deux portions tiennent entre elles par un tissu aranéeux d'une grande délicatesse. On reconnaît que cette portion corticale va former, par son expansion, toute l'enveloppe opaque du globe de l'œil, celle que l'on désigne sous le nom de *sclérotique* (*sc*), enveloppe dont le tissu se termine là où commence la *cornée transparente*. La portion médullaire n'est rien moins qu'homogène à son tour, et c'est sur le nerf optique du bœuf que sa structure devient bien apparente. Vu de grandeur naturelle sur sa section transversale (fig. 18, pl. 2), ce nerf offre déjà à l'œil comme des compartiments cellulaires, qui ne laissent plus le moindre doute, sur leur nombre et leur configuration, à un simple grossissement de huit fois le diamètre (fig. 19); on y distingue en effet la portion corticale (*no*), qui se continue en sclérotique, et que la dessiccation colore en rougeâtre; cette gaine enveloppe, comme dans un étui, une foule de troncs nerveux, enveloppés

tous dans autant de gaines qui s'agglutinent entre elles, par leurs parois externes; et que la section transversale présente l'aspect d'un tissu cellulaire ordinaire, dont les cellules sont infiltrées de sucs albumineux. Mais tous ces boitements nerveux s'arrêtent au point où le globe se forme; et aucun d'eux ne pénètre l'intérieur de la grande cellule, qui se détache au bout de chaque nerf optique, et devient la gaine de la vision. Ici de nouveaux emboitements vont s'organiser, mais d'une manière spéciale et tous concentriques entre eux.

1663. SCLÉROTIQUE (pl. 4, fig. 15). — Le premier emboîtement, ou le plus externe, émane du névrilème (*no*), doit être considéré comme l'emboîtement générateur, comme la cellule maternelle de tous les organes intérieurs. En épaisseur  $2\frac{2}{3}$  de millimètre; et il vient offrir son opacité, et offrir le relief d'une lentille à sa surface antérieure, pour transmettre les rayons lumineux au foyer qui doit en percevoir l'effet. Or comme les rayons lumineux s'épanouissent en cônes, cette surface est circulaire. La sclérotique (*sc*) devient alors cornée transparente.

1664. CHOROÏDE ET RÉTINE. — Ce second emboîtement prend naissance à la région optique, tapisse la paroi interne de l'emboîtement externe, et présente deux couches principales, qui on a fait jouer deux rôles distincts. La première, qui s'applique immédiatement contre la paroi de la sclérotique, se nomme la *choroïde*, et l'autre, qui tapisse la choroïde, se nomme la *rétine*. Il est à présumer que, sans la théorie de Descartes sur le mécanisme de la vision, les anatomistes auraient attaché infiniment d'importance à la distinction de ces deux couches d'un même tissu. La couleur des deux est d'un noir foncé, avec la différence que la rétine a sa surface lisse, réfléchissant une portion des rayons lumineux qu'elle est appelée à absorber, et présente sur ce fond noir, des variations de couleur dues à celles du phénomène chromatique, désignée sous le nom de *gorge de pigeon*. Quand on plonge un fragment de la *choroïde* dans l'eau, il semble se désagréger en une espèce de sanie noirâtre, qui s'échappe sous forme de milliards de molécules albumineuses. A cette occasion la structure intime du tissu ne se révèle que par une organisation susceptible d'être dessinée. Mais si on abandonne le tissu

nt soin de le laver de temps à autre, ier le liquide saturé par un liquide arrive, en dépouillant ce tissu de possédait de soluble, à se convain- st un tissu éminemment vasculaire ''), et que la couleur noire qui le distin- rovenait que du liquide qui circu- inextricable réseau de vaisseaux qui ; que c'est à un sang noir, à une cir- le que cet organe est redevable de et qu'enfin la sanie qui se répand de macérée dans l'eau, n'est autre que ce de molécules albumineuses et d'une rante noire, qui s'échappe des orifi- des vaisseaux. Ainsi que dans tout vasculaire, on remarque ici deux isseaux : les uns qui se ramifient et ent à l'infini sur la surface posté- et dont on remarque même l'em- la paroi interne de la sclérotique 5), ce sont ceux qui sont le plus en le fragment de la choroïde (pl. 2, est grossi seulement quatre fois. Sur u contraire, qui est tapissée par la observe une vascularité plus grêle, mée, qui semble couper la première t, et que l'on distingue encore ici sur e membrane délicate et comme indé- tre ce réseau, on remarque sur la ) de la fig. 21, pl. 4, des vaisseaux ent du nerf optique vers la cornée :, comme tout autant de longitudes, me on le voit sur la figure, qui est de turelle; ils sont vides de liquide cir- t partant blancs. S'ils étaient encore uide, on ne les distinguerait pas du t. Ils s'en détachent mécaniquement up de facilité.

1. (Pl. 4, fig. 25, *ir*, *ir'*.)— Arrivée au sclérotique devient transparente et ux rayons lumineux, la lame externe oïde se sépare d'elle, et continue sa devenir un peu plus loin transparente. Toute la surface de cette lame qui est avec la lumière se colore de divers il se fait pour ainsi dire une espèce, par laquelle le sang noir revêt diffé- ces; mais la surface interne en reste end le nom d'*uvée*; la surface externe *iris*. La lame de la choroïde qui se con- forme d'*iris*, a aussi sa *cornée trans-* qui ouvre un passage d'un moindre

diamètre aux rayons lumineux transmis par la cornée. Mais la substance de ce tissu est si déli- cate, cette membrane est tellement peu infiltrée, tellement peu vasculaire, qu'elle se déchire, sans que l'on puisse en démêler la trame, sur le fond noir du fond de l'œil. On en sent pourtant la résistance dans un grand nombre de cas; et lors- qu'on l'examine à la loupe sur un œil vivant, on la voit réfléchir la lumière d'une manière dis- tincte, surtout en variant les incidences. Cette membrane transparente ferme donc, comme un diaphragme, la pupille, et fait que la lame de la choroïde qui donne naissance à l'*iris*, constitue un grand emboîtement imperforé, une grande vésicule analogue à la vésicule de la sclérotique qui l'emboîte elle-même.

1666. L'*iris* a le même diamètre que la cornée transparente, qui est en moyenne de 12 millim. L'ouverture de la pupille se rétrécit par une vive lumière, et a à peine alors 3 millimètres de diamètre; par une lumière diffuse, elle en a 4, et dans l'obscurité davantage; ce qui démontre que la lame choroïdale qui s'organise en *iris*, est aussi musculaire, car elle est susceptible de se contrac- ter et de se dilater. Le globe de l'œil, dans son plus grand diamètre, dépasse à peine 25 millimètres.

1667. La cavité formée par les parois internes de la cornée transparente, par l'*iris* et la mem- brane qui recouvre la pupille, est remplie d'un liquide limpide qui prend le nom d'*humour aqueuse*; on la désigne sous le nom de *chambre antérieure de l'œil*. Sur la fig. 15, pl. 4, elle est comprise par les lettres *cn*. L'*iris* se détache de la sclérotique à la hauteur *ir*. Sur la fig. 21, pl. 4, toute cette chambre manque, par l'ablation de la cornée transparente, et l'*iris* (*ir*) est en contact immédiat avec l'air extérieur.

1668. DEUXIÈME CHAMBRE OU CHAMBRE MOYENNE. — Ainsi les effets de la lumière, les procédés de la fine anatomie se joignent à l'analogie fondée sur les données de la théorie vésiculaire, pour démontrer que la pupille est recouverte d'une membrane transparente, qui est, par rapport à la lame de l'*iris*, ce qu'est la cornée par rapport à la sclérotique; et, par conséquent, entre le cris- tallin et la pupille, il existe une cavité plano-con- cave, qui est remplie d'un liquide transparent, cavité que la plupart des anatomistes admettent sous le nom de deuxième chambre.

1669. PROCÈS CILIAIRES. — Une lame plus in- terne de la choroïde se détache de la sclérotique,



un peu au-dessous du point d'adhérence de l'iris à la paroi de cette enveloppe, et vient former un diaphragme parallèle à l'iris, organisé vasculairement comme ce dernier organe, ouvert comme lui circulairement à son centre, pour laisser passer les rayons lumineux, c'est-à-dire devenant transparent sur cette surface, qui forme, avec les rayonnements qui l'entourent, un tout continu, une calotte de la grande vésicule de laquelle ceux-ci émanent. Contre la surface postérieure des procès ciliaires (pl. 4, fig. 16, *pr*) s'applique le cristallin (*cr*), et la bande antérieure de l'humeur vitrée (*hv*). Ils tirent leur nom de la structure de leurs rayonnements, qui semblent presque former les cils d'un œil rond. Mais avec une attention plus suivie, on s'assure que ces cils ne sont que des vaisseaux, qui s'anastomosent, en rayonnant du centre à la circonférence, et qui, arrivés au bord de l'ouverture transparente, reviennent en arrière parallèlement à leur première direction, ce qui produit là une espèce de festonnement d'une grande régularité et d'une délicatesse insigne. Du côté de la sclérotique, chacun de ces canaux vasculaires s'abouche, non-seulement avec les vaisseaux contigus, mais encore avec les vaisseaux de la choroïde, qui alimentent la circulation de cet iris du second plan; car je ne saurais trouver, pour désigner les rapports des procès ciliaires, une expression d'une plus grande exactitude. Mais ce second iris étant protégé, contre la lumière, par toute l'épaisseur du premier qui le déborde, sa surface antérieure ne saurait se colorer, comme le fait celle de l'iris du premier plan; elle reste donc aussi noire que la choroïde. La fig. 13, pl. 4, représente, au grossissement de 50 diamètres environ, un fragment de ce réseau ciliaire pris sur l'œil d'un petit pinson, qui avait à peine quatre jours; ( $\alpha$ ) en est le bord intérieur, celui qui entoure le cristallin; on y voit comment le vaisseau afférent fait un coude en cet endroit, pour devenir vaisseau déferent, et comment s'organisent les anastomoses ( $\beta$ ). La surface des vaisseaux pigmentifères est marquée, comme celle des vaisseaux sanguins, de stries transversales. J'ai cru avoir compté, sur le pourtour de ce diaphragme, cent gros vaisseaux qui semblent diviser ce cercle, comme en tout autant de degrés.

1670. CRISTALLIN ET HUMEUR VITRÉE. — De la région du nerf optique part une vésicule plus interne, dans le sein de laquelle s'emboîtent l'humeur vitrée et le cristallin, comme l'indiquait à priori la théorie *spiro-vésiculaire*. Cette mem-

brane est très-visible sur l'œil de maux, tels que ceux de hérisson humain à la suite d'une maladie in elle est sillonnée alors d'un réseau sanguins. On la distingue très-bien *hv*, pl. 4, qui a été dessinée d'après une vieille femme morte à la suite d'un aneurysme. Cette membrane, qui a un aspect particulier à cette circonstance, se confond so avec le reste de l'humeur vitrée (*hv*) par la couleur et la délicatesse de son tissu. Mais, dans les autres cas, elle vient recouvrir le cristallin, adhère, et s'attache intimement aux procès ciliaires, pour acquérir une consistance qui la rendent rigide sur toute la surface du cristallin: c'est pourquoi on doit s'appliquer la dénomination de *hyaloïde*.

1671. Le cristallin est un corps transparent, forme d'une lentille biconvexe (402), qui occupe toute la place que circonscrit le bord des procès ciliaires. C'est une lentille, qui se confond avec l'axe transversal de l'œil, et qui passe par le centre de la pupille et de la région du nerf optique. Dans l'homme, la partie antérieure a une plus grande courbure que la partie postérieure; l'épaisseur de l'œil est de 6 millimètres, son diamètre de 10 millimètres, l'épaisseur de sa calotte antérieure de 2,5 millimètres, et celle de sa calotte postérieure serait que de 2,5 millimètres. La fig. 14, pl. 4, représente de grandeur naturelle, vu par le bord, un cristallin qui portent les traces des procès ciliaires, et qui se comporte de cette forme et de cette limpidité comme les lentilles biconvexes de verre; il doit grossir lorsqu'on le place entre eux et notre œil, comme l'expérience démontre, tant que le cristallin extrait de son humeur vitrée est trempé dans leur état d'humidité. La fig. 15, pl. 4, nous le montre grossissant les caractères d'une phrase écrite sur le papier: *ut lens*, pl. 4, d'une lentille ordinaire de nos instruments optiques. La distance focale du cristallin, en l'absence de ses enveloppes est d'environ 4 millimètres.

1672. Le cristallin du bœuf ne s'isole pas avec la même netteté que le cristallin humain, et la partie postérieure s'engrume et semble au moment de la solution une grande partie de sa surface se mamelonne et beaucoup moins résistante que la surface de la calotte antérieure. Lors qu'on donne deux heures seulement le cristallin dans un verre de montre rempli d'eau, la c

appliquée contre la paroi du verre, on a un vase rempli comme d'une humeur vitrée, la calotte antérieure de laquelle serait enchâssée dans le lin. La calotte postérieure de ce dernier est dissoute dans l'eau du verre, et s'y substitue un tissu d'une moindre consistance d'une plus grande diaphanéité, et qui a les caractères physiques et chimiques de l'humeur vitrée; un peu plus et un peu moins aqueuses constitue donc toute la différence de ces deux substances.

Le cristallin du jeune pinson dont nous avons étudié une portion de l'œil (1669) offre des particularités dignes de toute notre attention. Après avoir extrait l'enveloppe qui renferme le cristallin et l'humeur vitrée, on abandonne l'organe à son propre poids, le cristallin se présente sous une saillie en forme de mamelon que nous représentons vu de champ, et dont la fig. 4, représente le profil. Autour de ce cristallin (*cr*), les procès ciliaires (*pr*) forment une zone circulaire ( $\alpha$ ), qui ne peut être déplacée par suite d'une adhérence intime de ces pièces de cette organisation entre elles. Les procès ciliaires n'appartenaient pas à la membrane qui recouvre le cristallin, ils s'affaiblissent sous toute autre manière, et laisseraient échapper le cristallin au dehors. Mais le cristallin de l'œil de ce petit animal, extrait de l'humeur vitrée, est loin de présenter la forme d'une bulle; c'est un cône tronqué, bombé à ses extrémités antérieure et postérieure (fig. 18, 19). L'organe est mou et composé d'une vésicule interne et d'une substance incluse de consistance presque liquide. Déposé dans l'acide sulfurique concentré, il a commencé par s'affaiblir, et a pris une couleur jaune, qui a passé en pourpre, signe évident de l'existence de l'albumine et du sucre (\*); enfin on voit alors, sur la surface de l'organe, des ramifications qui dénotent une vascularité; au microscope, on constate l'existence d'un réseau de cellules hexagonales aplaties, qui rayonnent d'un pôle du cristallin, et qui forment le tissu de la vésicule; la seule portion de cet organe qui ne se dissout pas dans l'acide. L'humeur vitrée n'y prend qu'une couleur jaune. Le cristallin est blanc, comme la membrane externe qui le recouvre.

que nous aurons plus bas l'occasion de reconnaître les tissus embryonnaires des végétaux et des

1674. Si nous plaçons le cristallin d'un animal adulte dans le même acide, il ne contracte qu'une couleur jaunâtre. Dans l'acide hydrochlorique (1534), il passe du blanc au purpurin, du purpurin au bleu, comme tous les tissus glutineux et albumineux. Dans l'acide nitrique, il devient jaune, il se fend d'un pôle à l'autre; et si on le retire deux jours après, et qu'on le lave à l'eau, on le trouve, par une coupe longitudinale, composé d'emboîtements en grand nombre, dont les parois sont beaucoup plus minces sur la calotte antérieure que sur la calotte postérieure. La fig. 20, pl. 2, représente le cristallin de l'homme au sortir du réactif, avec les emboîtements que nous avons laissés à leur état d'intégrité, comme un noyau enchâssé dans les emboîtements que nous avons ouverts par le milieu. L'organe est grossi quatre fois seulement.

1675. Supposons, ce qui est fort admissible, surtout aux yeux des personnes qui auront pris en considération les principes de cet ouvrage; supposons que la calotte postérieure de chacune de ces couches concentriques ne se fût pas arrêtée ainsi dans son développement, mais qu'elle eût multiplié les mailles de son tissu d'une manière indéfinie, et représentons-nous, par la pensée, sous quelle forme le cristallin se serait alors offert à nos yeux, dans le cas où les couches qui le composent auraient adhéré intimement les unes aux autres, et se seraient confondues ainsi en un seul tissu apparent; nous aurions eu nécessairement alors l'organe que l'on désigne sous le nom d'humeur vitrée, et nulle part de cristallin susceptible d'être distingué du milieu ambiant. Mais s'il était arrivé que l'emboîtement le plus interne de tous n'eût point suivi ce développement indéfini, qu'il n'eût point infiltré ses calottes postérieures, qu'il eût présenté par conséquent une consistance plus forte que la portion postérieure du tissu qui l'enveloppe, cet emboîtement, interne en réalité et externe en apparence, eût été le cristallin, et la portion postérieure des emboîtements ambiants eût pris les caractères et le nom d'humeur vitrée. Eh bien! l'analogie se réunit à la dissection et aux réactions, pour nous permettre d'établir que telle est réellement la structure de ces deux organes, qui ne nous paraissent distincts que par la différence de leur consistance, mais qui sont le même et unique organe, sous le rapport de la structure vésiculaire, de la structure par emboîtements.

1676. En conséquence, le cristallin est revêtu de tout autant de membranes minces et diaphanes

que l'humeur vitrée compte d'emboîtements; ou plutôt le cristallin n'est lui-même qu'un agrégat des emboîtements les plus internes, que la lumière attire en avant, et dont les parois s'infiltrant et s'organisent infiniment moins du côté éclairé que du côté opposé. Si donc on venait à extraire ce corps, sans endommager ce qui l'environne, on conçoit facilement comment l'humeur vitrée aurait par devers elle de quoi en reformer un autre à la place; car la création d'un nouveau cristallin ne serait que le résultat immédiat de l'élaboration normale de la grande vésicule, qui prend le nom d'humeur vitrée; et on admet maintenant avec nous que le développement se continue par la formule d'une vésicule qui engendre à l'intérieur d'autres vésicules, et ainsi de suite d'une manière indéfinie.

1677. Le retrait occasionné par la congélation met cette structure intime en évidence, tout aussi bien que la réaction des acides; mais le dernier procédé que nous venons de décrire est plus à la portée de l'observateur.

1678. Combinons, par la pensée, la structure générale et par emboîtements avec la structure microscopique spéciale, à l'un quelconque de ces emboîtements, structure qui, par l'analogie, doit nécessairement être la même pour tous les autres. Nous avons vu (1673) que la vésicule du cristallin était organisée par le moyen de petites cellules hexagonales, qui sont rangées dans la direction d'un pôle à l'autre, et comme en côtes de melon. Or il pourrait arriver qu'au lieu de multiplier leurs cellules, chacun de ces emboîtements n'en développât qu'une rangée circulaire, qui s'étendrait ainsi d'un pôle à l'autre. Par le retrait, chacune de ces cellules serait donc dans le cas de s'enlever, comme on enlève une cuisse d'orange. Or cette hypothèse se réalise sur le cristallin du hérisson; cet organe ne se sépare nullement de l'humeur vitrée sous une forme lenticulaire, mais plutôt comme un trigone, comme un prisme à trois pans et à angles arrondis. Par une espèce de clivage on détache facilement les trois angles, et on a ainsi un nouveau prisme, dont les faces concaves sont les lacunes laissées par les trois angles enlevés; en deux ou trois autres clivages, on arrive au noyau qui ne paraît simple, que parce qu'il ne se prête plus à ces procédés de dissection. Je ne saurais mieux comparer cette structure qu'à un assemblage de gousses de certains aux, qui sont disposés autour de la gousse principale, comme autour d'un noyau central.

1679. RÉCAPITULONS CETTE SÉRIE D'OPÉRATIONS. La couche externe du nerf optique (fig. 21 et 22, *op*) se rend à son extrémité sous l'influence du développement vésiculaire à constituer l'organe de la vision; au contact de la lumière elle s'amincit et devient diaphane; le fond de cette grande et forte enveloppe orbitaire naît une nouvelle vésicule, qui tapisse le réseau vasculaire et de son tissu tout le pourtour des parois de la première; elle prend le nom de *coroïde* dans son épaisseur (*ch*, fig. 21 et 22, *coroïde*) à sa surface interne, et vient à se détacher d'elle, à la hauteur de la pupille transparente, 1° sous le nom d'*iris* (*i*) qui s'amincit à son centre sous le nom de *pupille* (*pp*); 2° sous la forme de *procès ciliaires* (fig. 16). Une vésicule plus interne (*hv'*), prend naissance vers la même région, à la surface de la rétine, vient s'amincir sur tout le pourtour des procès ciliaires, et recouvre par ses emboîtements hyalins et concentriques l'humeur vitrée (*hv*) et le cristallin. L'humeur vitrée enveloppe le cristallin par ses emboîtements; et ne semble rejetée en avant que parce que la calotte postérieure de l'œil est beaucoup plus développée que la calotte antérieure; or nous avons fait observer que la paroi propre d'une membrane quelconque est tellement mince, qu'en en superposant une multitude les unes sur les autres, on n'aurait encore qu'une membrane de l'apparence la plus simple. Le cristallin ne diffère de l'humeur vitrée que par sa consistance; et à un certain âge, on pourrait distinguer ces deux organes entre eux. Le centre du cristallin est le centre des emboîtements de l'humeur vitrée, mais un centre tellement éloigné du centre géométrique, que le diamètre antérieur de cette sphère est peut-être plus court que le rayon postérieur.

1680. CONDITIONS DE STRUCTURE ESSENTIELLES À LA VISION. — À côté des avantages incontestables de l'analyse, existe de toute nécessité un inconvénient; à force d'arrêter son esprit sur les détails, on finit par perdre de vue l'unité; d'augmenter les pages d'un livre, on s'éloigne du point de vue, d'où se découvre l'ensemble des faits particuliers; et l'on finit par se perdre à chacun de ces faits de détail, une image qui n'est inhérente qu'à leur harmonie. La réflexion s'applique immédiatement à l'œil, de cet organe qui nous transmet la vision la plus subtile, et partant la moins.

, la sensation de la lumière. Car, au soin prenons d'énumérer les diverses pièces ent dans sa structure, on serait tenté de e chacune de ces pièces qu'isole la dissec- indispensable à la vision, est dans son e espèce d'organe secondaire; idée dont battre pas à pas, à mesure qu'on avance recherches d'anatomie comparée. La ma- laquelle nous avons envisagé la struc- lobe de l'œil humain, en nous occupant ire une à une toutes les parties, a dû re nos lecteurs sur la voie de la syn- i va faire le sujet de ces paragraphes, et réponse à cette question : *Quelle est la essentielle à la vision ?*

es paupières étant destinées à lubrifier de la conjonctive, et à préserver cette e qui recouvre le globe de l'œil, du con- rps capables d'en irriter la surface, les dans un milieu aqueux, seraient sans steraient toujours ouvertes et finiraient phier et se réduire faute d'usage, vu aissant elles nuiraient plus à la vision tenant écartées, et que la même impul- nctive qui nous porte à les fermer de temps dans l'air, porterait l'animal à les rtes constamment dans le milieu humide. oissons, et tous les animaux exclusive- tiques, manquent-ils de paupières.

œil servant à la vision, à la manière des ossissantes, c'est-à-dire en réfractantoyer commun les rayons lumineux qui ar sa surface extérieure, il faut néces- que les liquides qui entrent dans sa com- ient un pouvoir réfringent différent du biant; les liquides seraient une super- s'ils avaient le même *indice de réfrac-* ) que celui-ci; car ils transmettraient minceux, sans le faire aucunement dé- route par laquelle il doit arriver au *umeur aqueuse* qui remplit la capacité ière chambre de l'œil humain, et forme ice de cette première lentille plano- l'*umeur aqueuse*, qui remplit la chambre et forme l'épaisseur de la entille concavo-convexe de notre œil, c inutile à des animaux plongés dans un eux; aussi chez les poissons, le cris- ble-t-il s'appliquer presque immédiate- re la paroi interne de la cornée transpa-

fais par la même raison, le *cristallin* et *vitrée* doivent jouir, chez le poisson,

d'un *indice de réfraction* supérieur à celui de ces deux pièces de l'œil des animaux terrestres, et par conséquent acquérir une plus grande densité. Aussi le cristallin des poissons est-il très-dur et très-compacte, sans cesser d'être transparent.

1684. Mais le *cristallin* ne diffère de l'*umeur vitrée* que comme le noyau diffère de la chair du fruit, c'est-à-dire que par une consistance plus grande; c'est un emboîtement plus interne et plus dur. Or si cette consistance se communiquait de proche en proche à tous les emboîtements qui constituent l'umeur vitrée, au lieu d'un *cristallin lenticulaire* enchâssé comme un chaton, dans la partie antérieure d'une *umeur vitrée* presque globulaire, l'œil soumis à la dissection anatomique n'offrirait qu'un cristallin énorme et sphérique, sans que rien eût été dérangé dans le type normal de sa structure. Et c'est ce qui est arrivé dans l'œil du poisson, chez lequel un plus grand nombre d'emboîtements se sont solidifiés et semblent occuper toute la place de l'*umeur vitrée*; car dans un milieu aqueux, l'œil sera d'autant plus clairvoyant que ses tissus réfringents auront plus de consistance, et les tissus arrivés à ce degré de consistance revêtiront une forme plus sphérique, qui est celle du cristallin de l'œil des poissons et des animaux qui habitent le même élément.

1685. Mais par la même raison, dans un milieu habituellement plus raréfié et plus inondé de lumière, les tissus réfringents devront jouir d'une moindre réfraction, et par conséquent affecter une moindre consistance et une moindre courbure; car autrement, au lieu de concentrer des rayons de lumière, l'œil concentrerait des rayons de feu, il brûlerait au lieu d'éclairer. Aussi chez l'insecte, dont l'œil sans paupières reçoit la lumière perpendiculairement, la lumière se tamise à travers un réseau corné, dont chaque maille hexagonale contient un cône tronqué, qui commence par une surface courbe et convexe, se termine au nerf optique, mais où tout est *umeur vitrée* et rien n'est cristallin.

En conséquence, ce n'est point le nombre des milieux réfringents qui est nécessaire à la vision, c'est la forme que prend l'ensemble de ces milieux; et leur différence anatomique ne provenant que de leur consistance, on conçoit que l'œil transmette tout aussi bien les images, alors qu'il n'entrera qu'un seul milieu réfringent dans son organisation; il suffira que la forme en soit comme taillée, au moins aux deux extrémités de l'axe, sur deux segments de sphère.

1686. Mais, après avoir ainsi réduit par la pensée la structure de l'organe de la vision à sa plus simple expression, on ne se refusera pas à admettre que la nature puisse en réduire à l'infini les dimensions, selon la taille des animaux; car la nature n'ira certainement pas placer l'œil du bœuf sur le front d'une grenouille. Or si la réduction des dimensions de cet organe a lieu dans les mêmes proportions que la réduction de la taille, il est évident que nous devons rencontrer, dans la nature, des êtres vivants doués de la faculté de voir, sans que l'observation la plus minutieuse soit dans le cas de nous faire distinguer, sur aucun point de leur surface, rien qui ressemble le moins du monde à l'organe de la vision; car nos meilleurs microscopes ne sauraient nous faire distinguer ce qui échappe à la puissance de leur ampliation; et chez un animal de  $\frac{1}{20}$  de millimètre de long, l'œil, qui ne saurait avoir, dans ce cas, plus de  $\frac{1}{1400}$  de millimètre, est inabordable

dès ce moment à l'ampliation de nos plus puissants microscopes. Cet organe se confondra donc aux yeux de l'observateur avec les tissus ambiants; tout au plus s'offrira-t-il avec l'aspect et les dimensions de l'un des plus petits globules, que les phénomènes de réfraction dessinent sur les surfaces éclairées des substances organisées; et si l'analogie ne vient pas au secours de l'observation, l'on sera porté à prononcer que l'animal est aveugle, parce que nous n'en distinguons pas les yeux.

1687. Mais il faut que ce soit l'analogie de position qui en indique la place à l'anatomie, et toutes les expériences destinées à la découvrir, par l'analogie des fonctions, ne seraient propres qu'à amener des résultats illusoires. C'est ainsi que Gaspard publia, il y a plusieurs années, dans le *Journal de Physiologie* de Magendie, des expériences qui avaient l'air d'être concluantes, et desquelles il serait résulté que les colimaçons sont dépourvus de l'organe de la vue, ou au moins que ces deux longues antennes, que la poésie a désignées sous le nom des deux longs télescopes du mollusque, n'étaient rien moins que les yeux de l'animal. L'auteur se fondait principalement sur ce qu'à l'approche des corps étrangers, ces deux organes restaient immobiles, et ne se repliaient dans leur fourreau que par le contact. L'auteur confondait ici le sentiment de la vision avec celui de la prévoyance, en concluant que l'animal manquait du premier, parce qu'il ne poussait pas assez loin la perfection du second, pour deviner le piège, et décou-

vrir la main hostile qui se cachait derrière. La dissection au contraire montre que l'extrémité de ces deux grandes antennes se termine en un globe, qui porte en avant une *transparente*, qui renferme un fort *cristallin*, et en arrière une *humour* assez abondante, le tout protégé par une membrane qui s'étend, comme un fourreau, jusqu'à la base de l'antenne, et accompagne le nerf presque jusqu'à son origine; en sorte que la rétine, qui tapisse le fond de l'œil des mollusques, se trouve rangée sur les côtés et n'est nullement à la face de l'image. Tous les mollusques possèdent le même organe de la vision, et sur les gastropodes il a un volume considérable; il est sessile. Chez les crustacés proprement dits, il est pédiculé comme chez les mollusques; le pédicule en est osseux et crustacé, comme les enveloppes du corps de ces animaux.

#### B. Étude chimique des diverses parties qui rentrent dans la structure de l'œil des animaux inférieurs.

1688. La manière dont nous avons décrit la structure de l'œil, amène déjà à penser que la différence qui caractérise les divers embranchemens que l'anatomie désigne sous tout autant de noms distincts, n'existe que dans le plus ou le moins d'intensité du même caractère chimique; et que ce qui explique le vague, dans lequel est tombée la chimie de l'ancienne méthode, quand elle ne se rendait pas compte théoriquement des résultats de l'analyse. Celui qui aurait découvert la constitution chimique d'un nerf, serait dans le cas de pouvoir plier *a priori* en quoi diffèrent entre elles les diverses couches non vasculaires, que l'anatomie parvient à isoler dans l'anatomie de l'œil. Nous sommes loin encore de voir réaliser cette hypothèse; et je pose en fait que sans le secours de l'anatomie, il serait impossible à la chimie de distinguer la substance nerveuse, à des caractères précis; celle-ci ne donne l'analyse d'un nerf que lorsque l'anatomie lui a appris que c'est elle qu'elle analyse.

1689. SCLÉROTIQUE. — Laissez macérer pendant plusieurs jours le globe de l'œil dans l'eau, il gonfle et conservera sa dureté et sa résistance, il ne se flétrit pas sur lui-même, comme lorsqu'on l'abandonne à l'évaporation de ses sucs. La macération prolongée permet de dépouiller la sclérotique de toutes les membranes qui adhéraient à sa surface interne, et de l'obtenir à l'état de pureté parfaite; il suffit alors d'éventrer dan



œil, pour le vider, non-seulement de l'humour aqueux, du cristallin et de l'humour vitré, mais encore de la choroïde, des procès de l'iris. On constate de la sorte que la cornée forme un tout continu avec la sclérotique (sc), et une grande vésicule imperforée. La figure 15, pl. 4, en a été obtenue par une section verticale; elle n'offre plus que les traces de l'adhérence des bords de l'iris (ir), et des procès ciliaires. Cette enveloppe est cartilagineuse, son épaisseur est de  $2\frac{2}{3}$  de millim. et sur la cornée

elle a de 2 millimètres seulement. Par l'ébullition spontanée à la température ordinaire, elle prend l'aspect de toute substance nerveuse, et celle d'une substance cornée est effacée. Elle ne se racornit pas, elle ne se ramollit pas, et conserve sa forme sphérique, perd sa primitive blancheur et devient opaque, mais sa cornée transparente laisse passer les rayons lumineux à la manière de la corne macérée. La macération au contraire augmente la transparence de la sclérotique et diminue de plus en plus la diaphanéité de la cornée transparente, jusqu'à ce que la cornée transparente a été détachée de la sclérotique, ou intéressée dans la sonnette de continuité; phénomène dont on se rend compte, par tout ce que nous avons dit, sur les phénomènes de réfrangibilité des substances organisées (575). La diaphanéité de cet ordre de substances est l'analogue qui existe, sous le rapport de l'indice de réfraction (566), entre les cellules qui forment la trame de leur tissu et les liquides qui rendent ces cellules transparentes, tels que ces liquides s'étendent d'eau, sans aucune différence de pouvoir réfringent et de la paroi qui les enveloppe, et les rayons lumineux seront déviés de leur route, en traversant les parois dans les liquides dans les parois; l'organe deviendra diaphane qu'il était, et il sera tout le même, quand ses liquides propres auront été remplacés par l'eau ambiante qui remplira leur lieu.

La distillation sèche et humide, la cornée se comporte comme tous les tissus nerveux, elle répand la même odeur, fournit les mêmes produits. L'ébullition prolongée la transmute, surtout si l'eau est acidulée d'acide hydrochlorique la fait contracter et se dissout à chaud en apparence, c'est-à-

dire en désagrége les molécules. L'acide sulfurique la racornit et la noircit à la longue.

1691. Si la cornée transparente forme avec la sclérotique un seul et même tout, comment se fait-il que la première soit si transparente et l'autre si opaque? La théorie vésiculaire nous fournit les moyens de concilier ces deux faits en apparence contradictoires. Nous avons vu que le nerf n'est pas un cordon unique, mais un emboîtement de cordons que nous distinguons à l'œil nu, parce qu'ils sont d'assez gros calibre, mais que l'analogie, telle que nous l'avons définie (779), doit nous montrer emboîtés en nombre plus ou moins grand, dans les troncs nerveux qui se prêtent le plus à l'observation. Mais la sclérotique n'est que l'expansion de l'emboîtement cortical du nerf optique; elle n'en diffère qu'en ce que son développement a eu lieu, non en longueur, mais sous la forme sphérique, sous la forme vésiculaire; c'est une grande cellule, avec tous les éléments qui rentrent dans la structure d'une cellule organisée, que cette cellule soit de gros calibre ou microscopique, différences relatives et dont nous diminuons l'importance, en augmentant la puissance ampliative de nos moyens de vision; or ces éléments sont la cellule sphérique et la cellule allongée, la cellule apte à engendrer dans son sein, et la cellule apte à se développer dans les interstices des autres cellules. Le nerf est, avons-nous dit (1610), une cellule de ce dernier genre, une cellule qui tend à s'allonger indéfiniment et à se reproduire par sa périphérie. Supposons qu'à la naissance de la vésicule qui doit former le globe de l'œil, il se développe une rangée de ces vésicules fibrillaires et nerveuses; celles-ci, en se développant par des dichotomies à l'infini, tapisseront nécessairement toute la capacité de la vésicule sans aucune lacune, et peut-être serviront, par ce développement même, à déterminer la forme du globe, à le modeler pour ainsi dire. Quoi qu'il en soit, arrivées à une certaine hauteur et arrêtées tout à coup toutes à la fois par l'influence de la lumière, à laquelle s'arrêtent tous les développements nerveux, la limite qu'elles atteindront sur la paroi d'un organe sphérique devra être tracée par une ligne circulaire qui serait la base d'un cône dont le nerf optique serait le sommet; cette surface circulaire serait la cornée transparente, et celle-ci serait transparente, parce que le tissu ne se composerait que de cellules de même diamètre et de même élaboration; la sclérotique serait opaque, parce qu'elle renfermerait à la fois des cellules hexagonales et des

cellules interstitiales, à peu près comme un globe de verre que l'on tapisserait de fils contigus, depuis un des pôles jusqu'au cercle polaire du pôle opposé.

1692. On conçoit de la sorte que tout événement qui altérera l'homogénéité de la substance de la cornée, en altérera la transparence, et s'opposera par conséquent à la vision distincte. Une seule goutte de larme ou d'eau ordinaire suffira même pour produire cet effet.

1693. En résumé, la cornée transparente renferme plus de substance liquide que de substance solide, plus d'albumine non organisée que d'albumine organisée en tissu; c'est le contraire pour la sclérotique.

1694. La CHOROÏDE est une membrane éminemment vasculaire; le liquide de sa circulation ne se distingue du liquide sanguin, qu'en ce que la matière colorante, le *caméléon organique*, est noir chez le premier et rouge chez le second; cette différence une fois éliminée, on y trouve l'albumine dissoute et le précipité globulaire d'albumine, tous les sels enfin qu'on trouve dans le sang; nous nous contenterons de renvoyer à ce sujet nos lecteurs à l'analyse des liquides circulatoires. Les physiologistes ont pensé que la matière noire tapissait la choroïde, et ils l'ont désignée sous le nom de *pigmentum*; leur erreur est provenue de ce que ce liquide s'échappant sous la compression qu'ils exerçaient, ce phénomène, observé à l'œil nu, leur a offert une certaine analogie avec les produits que l'on obtient, lorsqu'on promène le tranchant du scalpel sur une surface enduite seulement d'une matière colorante. Mais la nature n'a pas recours aux procédés des peintres en bâtiment, pour colorer les surfaces des organes; elle ne les badigeonne pas; elle ne les enduit pas d'un vernis; elle fait circuler la coloration dans le tissu des surfaces, et ceci est un principe général qui ne souffre aucune exception.

1695. RÉTINE. La rétine est à la choroïde ce que la paroi est à une couche quelconque; et sans le rôle que Descartes a prêté à cette paroi, il est infiniment probable que les anatomistes ne l'eussent jamais décorée d'un nom particulier. Mais une fois que le physicien l'eut proclamée l'agent immédiat de la vision, l'écran de la chambre obscure, le chimiste dut ne pas rester en arrière et lui apporter le tribut d'une spéciale investigation. Cependant Lassaigne est le seul qui ait cherché à s'acquitter de cette tâche, sur l'invitation de Magendie. Mais avant de procéder à cette analyse,

le chimiste n'a pas songé à demander au chimiste, par quel procédé on a pu venir à séparer la *rétine* de la *choroïde*, à une pureté, dont l'analyse ne saurait se dispenser d'aucune circonstance; car, pour nous, il paraît impossible d'isoler la *rétine*, sans une grande épaisseur de la *choroïde*; étant une simple surface, doit être toujours d'un côté la choroïde et de l'autre la rétine. Nous n'aurons plus d'un tour de force de l'ancienne méthode; mais analyser une surface c'est autre chose que de tout ce que nous aurions pu attendre de hardies opérations. Quoi qu'il en soit, nous occupant, dans l'acte de la vision, le rôle que Descartes lui avait assigné, la physiologie pouvait se dispenser de démontrer que la rétine participait de la nature chimique des nerfs. Lassaigne a-t-il trouvé qu'elle avait exactement la même composition que la substance du cerveau, mais qu'elle renfermait à peu près la même quantité de graisse, dont une partie est phosphoreuse et ne se laisse point saponifier, tandis qu'une autre partie consiste en graisse saponifiable. D'après lui, la rétine contiendrait 92,90 parties d'eau, 6,25 d'albumine et 0,85 de graisse; tandis que le nerf optique contiendrait que 70,56 parties d'eau, 2,10 d'albumine, et 4,40 de graisse phosphoreuse et non saponifiable. Or nous ne voyons pas, en nous appuyant sur cette analyse, où se trouve l'analogie entre la rétine et de la matière cérébrale; nous ne voyons pas comment, d'une surface seule, l'on a obtenu des quantités susceptibles d'être soumises aux procédés de la saponification; enfin, tant, comme des formules, les nombres donnés par Lassaigne à la composition chimique de la rétine, rien ne serait plus aisé que de démontrer l'existence de la rétine, dans une foule de cellules cellulaires de l'adulte, et dans presque tous les tissus de l'embryon.

1696. Nous proposons un autre tour de force à l'ancienne méthode: c'est d'analyser convenablement les surfaces de la rétine, qui présentent entre elles des différences de coloration. La rétine, que est noire, immédiatement après la section des procès ciliaires sur la choroïde, vient gorgée de pigeon sur la zone médiane d'un blanc verdâtre brillant tout autour d'une région qui recouvre le nerf optique. Elle présente une tache jaune chez l'homme et le singe, une tache beaucoup plus grande, qui prend le nom de *tapis*, chez le bœuf et les animaux à pupille. Or, par la même raison que la cl

de la choroïde, elle doit chercher la différence distinctive entre le *tapis* et le noir.

L'iris étant un des deux prolongeurs de la choroïde (1665), ne diffère de la dernière membrane, sous le rapport de la structure ni de la composition. Il est, en effet, un tissu nerveux et musculaire, et vasculaire; ses vaisseaux sont alimentés du même sang que ceux de la choroïde, et se trouvent sur la surface obscure et postérieure, sous diverses nuances, là où la lumière pénètre, c'est-à-dire sur la surface du diaphragme. Berzélius ayant suivi la méthode de l'ancienne médecine qui consistait à couper le diaphragme avec un muscle destiné à agrandir la pupille, suivant le besoin qu'on en avait. Il a fondé cette opinion sur ce qu'il a vu que le tissu n'est formé que de fibres réunies, et qu'il va du centre à la circonférence, et qu'il a une nature fibrineuse, sur ce que l'acide potassique caustique le réduit d'abord en une pulpe, puis le dissolvent en tout autant de morceaux qu'il donne des réactions parfaitement semblables à celles de la chair musculaire. Mais Berzélius a déjà déterminé (1659) la structure de la choroïde, et les fibres qu'il signale; les dissolutions de potasse et d'acide azotique nous ont donné un tissu animal qui, avec ces réactifs, se comporte de la même manière?

DES CILIAIRES (1669). — La membrane, que les anatomistes ont donné le nom de *membrana ciliaris*, est un second diaphragme qui se trouve, avec bien plus de raison, le nom de *membrana ciliaris*, ou iris postérieur; car il n'en diffère que par sa mince épaisseur et par l'égalité des deux surfaces, qui sont toutes les deux dans l'ombre de l'iris proprement dit. Les autres rapports de structure, de composition chimique, les *processus* sous les caractères de l'iris. Les physiologistes attachent une grande importance à l'usage des diverses parties de l'œil, par la pensée, de toutes les autres parties du corps, et ont demandé à quoi servaient les *processus*. Les uns ont soutenu qu'ils servaient à la sécrétion de l'humeur aqueuse; d'autres qu'ils entretiennent la vie et le mouvement du cristallin et l'humeur vitrée; mais ils ne s'appuient sur aucune expérience, et ont le mérite d'être assez vagues, pour ne porter aucun genre de réfutation. Un

organe étant une unité harmonieuse, tout ce qui rentre dans sa structure contribue à en entretenir la vie et le mouvement; enlevez-en la plus petite pièce, et vous en troublez les fonctions générales, et vous le frappez quelquefois de mort.

1699. HUMEUR AQUEUSE OU HUMEUR CONTENUE DANS LES DEUX CHAMBRES ANTÉRIEURES DE L'OEIL. — D'après Chenevix, la pesanteur spécifique de l'humeur aqueuse serait de 1,0053 chez l'homme, de 1,0038 chez le bœuf, et de 1,0090 chez la brebis. Mais comme on ne saurait expérimenter qu'après avoir mis ce liquide en contact avec l'air extérieur, et qu'on n'opère que sur des quantités minimales, il n'est pas permis d'ajouter la moindre confiance à ces différences qui se montrent ici sur la troisième décimale.

D'après Berzélius, l'humeur aqueuse se composerait de :

Chlorure de soude, avec une faible trace	
d'extrait alcoolique (lactate). . . . .	1,15
Matière extractive soluble seulement dans	
l'eau . . . . .	0,75
Eau . . . . .	98,10
Albumine, des traces.	

100,00

La matière extractive soluble seulement dans l'eau est évidemment la même matière que l'albumine, dont le chiffre s'élèverait alors à 0,75 sur 100.

1700. CRISTALLIN. — Le cristallin, d'abord mou et aqueux, acquiert de plus en plus, avec l'âge, une consistance plus ferme, qui, chez le vieillard, prend le caractère de la dureté; il revêt alors une couleur jaunâtre. Quand, par suite d'un accident ou d'une maladie, vient à disparaître ou à s'altérer l'homogénéité de réfraction des sucs et du tissu qui les renferme, le cristallin devient opaque en tout ou en partie; il est un obstacle à la vision; il est nécessaire de l'extraire ou de le déplacer par l'opération de la cataracte, pour que les emboîtements internes de l'humeur vitrée puissent en prendre la place, et que la vision se rétablisse. Dans l'embryon, il renferme du sucre, qui disparaît chez l'adulte. Encore humide, il dévie la lumière, et rend, par transmission des rayons lumineux, les images aussi nettes qu'une lentille de verre, dont il a la forme. Exposé à l'air, on le voit peu à peu perdre sa diaphanéité, par suite de l'évaporation des molécules aqueuses de sa surface; mais arrivé au point d'une complète dessiccation, il acquiert une dureté qui résiste aux instruments tranchants, et reprend sa transparence avec une

coloration jaune d'or. Les acides commencent par le rendre laiteux et opaque ; l'acide hydrochlorique le dissout en grande partie, et passe, en l'attaquant, par toutes les nuances qui commencent au purpurin, et finissent au bleu. L'acide nitrique, à l'air, le colore en beau jaune (pl. 2, fig. 20), l'exfolie en emboitements indéfinis, l'attendrit et en réduit la substance en matière pulvée. Chacun de ces emboitements se résout en fibres nerveuses, qui partent de l'un de ses pôles à l'autre, ce qui achève de démontrer (1607) que la structure fibrillaire et convergente qui caractérise l'organisation nerveuse se répète jusqu'au dernier, sur tous les emboitements concentriques du globe de l'œil. Dans l'eau, le cristallin s'étend sans se décomposer, et sans offrir de traces de fermentation putride, par la dissolution de ses emboitements externes, en sorte qu'au bout de vingt-quatre heures, il s'est formé, sur sa surface supérieure par position, une nouvelle humeur vitrée. Si on enlève celle-ci et qu'on la remplace par une nouvelle quantité d'eau, il se forme de nouveau une humeur vitrée qui provient de la dissolution d'une couche nouvelle du cristallin. Ces phénomènes s'observent bien sur le cristallin humain, mais encore mieux sur le cristallin de bœuf. L'eau bouillante enlève au cristallin sa transparence, elle en coagule l'albumine encore plus que celle-ci ne l'était par les progrès de son organisation.

Berzélius en donne l'analyse suivante :

Matière particulière, coagulable, albumineuse . . . . .	55,9
Extrait alcoolique avec sels . . . . .	2,4
Extrait aqueux avec traces de sels. . . . .	1,3
Membrane formant la cellule . . . . .	2,4
Eau. . . . .	58,0
	<hr/>
	100,0

D'après l'auteur, la première substance n'est point de la fibrine, parce qu'elle ne se coagule pas spontanément à l'air ; elle ne serait pas de l'albumine, parce que, par la chaleur, dans l'eau, elle ne se coagule pas en masse, que seulement elles s'y grumèlent, comme la matière colorante du sang ; d'où l'auteur conclut qu'il existe la plus grande analogie entre cette substance si incolore et la substance colorante du sang ; à peu près comme si l'on assurait, en physique, qu'il existe la plus grande analogie entre le blanc et le rouge ; l'ancienne méthode n'échappe jamais à des résultats de ce genre. Pour réfuter une pareille distinction, il suffira d'observer comparativement la coagulation du lait et celle de cette substance, et ensuite de battre l'albumine de l'œuf avec de l'huile et de verser le mélange

dans l'eau bouillante, et au lieu de coagulations que recherche la chimie naître l'albumine, on n'aura plus dev qu'un *grumelage*, faux indice d'un *sui generis*.

1701. Toutes ces proportions réelles tendues, alors même qu'elles se ra à des substances moins vaguement, moins confuses, varieront selon l'âge dus, et surtout selon les espèces anim

1702. Si l'on veut se donner la confronter entre elles les diverses a l'ancienne méthode de chimie organi prodiguées, on trouvera que toutes i hardiment l'existence de l'albumine. et des membranes cellulaires ; et qu'e dans le vague le plus complet, les sels e désignent sous le nom d'extrait ; or différences, qui distinguent les substar sées, doivent se rencontrer quelque saurait les supposer que dans les in de l'analyse ; mais alors on est forcé d la chimie, après des analyses nombre par ne rien distinguer. L'anatomie ne caractères précis dans la position et la c de l'organe ; la chimie commence pa formes au pilon, et elle nous rend de des liquides qui se ressemblent tous ou blent plus à rien. Changeons de métho que dans la nature animale tout est fibrine, unie à des sels indéterminés, p notre attention sur l'étude de ces sels probable que c'est là que se trouvero tères distinctifs, les différences organi

1703. HUMEUR VITRÉE (1670). — vitrée n'est qu'un cristallin plus aqueux que le cristallin n'est que l'humeur densée au contact plus immédiat de la première est le tissu à sa première second est le tissu arrivé à sa derr d'organisation. L'humeur vitrée exti sclérotique, dont elle occupe la plus gr de la capacité, s'offre comme une sphèr tremblotante, qui s'affaisse sur elle-mè manière que le cristallin, dans toutes les occupe le centre du gâteau affaissé (pl. elle semble imputrescible à l'air, et ré ment une odeur légèrement cadavériq dans l'eau, elle s'y comporte comme l'a l'œuf de poule (1501) ; elle y perd p transparence ; et si on agite le liquide tout à coup laiteux, par la même r l'alcool, toutes les couches externes se

leur transparence, et la coagulation se fait en proche, à mesure que l'alcool se fait sur les couches intérieures de ses emboîtements. Dans l'eau bouillante, le tissu crève et se réduit de plus en plus, et finit par un très-petit volume, l'eau s'emporte la portion qu'elle est en état de dissoudre, le liquide conserve sa transparence. Si elle renfermerait :

de soude (sel marin) avec un	
la matière extractiforme. . .	1,42
substance soluble dans l'eau. . .	0,02
insoluble. . . . .	0,16
. . . . .	98,40
	<hr/> 100,00

que la substance soluble dans l'eau ?  
 toute, ou à l'état de suspension (27) ?  
 pas de l'albumine rendue soluble par l'acide ou par un acide en faible quantité ?  
 est-ce la matière extractiforme ? tout ce que  
 , excepté quelque chose de distinct de  
 Du reste, cette analyse ne donne que  
 trouvés dans la solution, et ne mentionne  
 nement la portion insoluble, celle qui est  
 la charpente de l'organe, celle dont les  
 traversent les substances liquides, et ne  
 dépendent que par le déchirement. Mais,  
 principes que nous avons bien des fois  
 le cours de cet ouvrage (1522), il est  
 l'analyse ci-dessus est loin d'avoir  
 été réduite à ses simples parois, et il doit  
 après les plus longs lavages, une quan-  
 tité notable de substances, que les réactifs  
 de l'auteur n'ont pas même dû entamer;  
 la gélatineuse de la substance le prouve  
 tout. Or, sous le rapport de la vraie  
 anatomie, à dire sous le rapport physiologique,  
 dont l'analyse ne s'est pas occupée  
 de la substance essentielle et d'un  
 principe principal ; et les deux ou trois principes  
 que l'analyse n'en sont que de faibles  
 et que de minimes fractions.

*Mécanisme de la vision (\*).*

Cartes est le premier qui ait cherché  
 compte de la manière selon laquelle  
 l'œil recevait les images des objets exté-  
 rieurs. Il prit un œil de bœuf nouvellement tué,  
 et enleva la portion de la sclérotique (1663), de  
 la cornée et de la rétine (1664), qui est dia-

phane, métralement située en face de la cornée trans-  
 parente (1659) ; il recouvrit l'ouverture par  
 la pellicule d'un œuf, pour contenir l'humeur  
 vitrée, sans s'opposer à la transmission des rayons  
 lumineux. Il plaça cet œil ainsi préparé à l'ou-  
 verture du volet d'une chambre obscure, la cor-  
 née transparente en dehors et la cicatrice en  
 dedans, et il vit alors les images des objets exté-  
 rieurs se peindre sur la pellicule de l'œuf qui  
 recouvrait l'humeur vitrée, mais s'y peindre  
 d'une manière renversée (pl. 4, fig. 24). D'où il  
 conclut que les images se peignaient sur la rétine,  
 dont la pellicule de l'œuf tenait la place, mais s'y  
 peignaient en sens inverse de l'objet.

1705. Dès ce moment la rétine, cette simple  
 surface de la choroïde, joua un grand rôle, le  
 rôle de l'organe le plus important de la vision.  
 Haller répéta l'expérience avec des yeux de jeunes  
 chiens, de jeunes pigeons, de lapins, dont toutes  
 les membranes de l'œil sont transparentes, et  
 dont par conséquent il n'avait besoin de rien en-  
 lever, pour mettre le phénomène en évidence ; et  
 il vit très-bien les images des objets extérieurs  
 fortement éclairés, se peindre, d'une manière  
 renversée, sur la surface de la sclérotique, qui  
 est opposée à la cornée transparente. Lecat con-  
 struisit un œil artificiel, dont la sclérotique et le  
 cristallin étaient en verre, et les humeurs aqueu-  
 ses et vitrées étaient représentées par de l'eau  
 pure ; et il vit les images se peindre, sur son œil  
 artificiel, exactement de la même manière que  
 sur les yeux naturels.

1706. En conséquence, il fut démontré que nous  
 voyons les objets, dans une position inverse à  
 leur position réelle, et que la rétine était l'écran,  
 la table rase, sur laquelle les images venaient se  
 peindre, avec leurs mille nuances et leurs mille  
 proportions, comme sur la toile du peintre. Cette  
 théorie dut paraître d'abord singulière, mais  
 l'expérience était là ; il fallait croire ou expliquer.  
 On a cru pendant deux cents ans, et on a professé  
 la théorie dans toutes les écoles, sans soupçonner  
 la moindre méprise ; et pendant ce laps de temps  
 considérable, les explications n'ont pas manqué.  
 — Selon Buffon, l'âme redressait, par l'habitude  
 de la perception, les images qui se trouvent ren-  
 versées dans la sensation ; ce qu'il faudrait né-  
 cessairement admettre comme un fait, si le phé-  
 nomène avait lieu ainsi que l'auteur l'imagine  
 avec Descartes. Mais pourtant les aveugles de  
 naissance, à qui l'on rend la vue par l'opération  
 de la cataracte, voient les objets à la même place  
 que nous, dès l'instant que le voile tombe et que



la nature extérieure se révèle à eux. Comment concevoir que l'habitude de redresser une telle erreur s'établisse avec une telle promptitude? Voyez combien il faut de temps pour que cet aveugle guéri s'accoutume à juger des distances et des reliefs par le jeu des ombres! Si l'âme met tant d'empressement à corriger par le raisonnement une erreur de position, pourquoi tarderait-elle tant à corriger une erreur de clair-obscur, erreur d'une bien moindre importance? —Berkley avait imaginé une explication plus ingénieuse, en avançant que, puisque d'après la théorie nous voyons tous les objets renversés, nous devons nous voir renversés nous-mêmes, mais qu'alors rien n'est plus renversé, par cela seul que tout est renversé, objets et spectateurs. Cette explication pourrait suffire, si, pour juger de la position relative des corps, nous n'avions à consulter que le témoignage de la vue; mais le toucher, qui sent les objets à leur place naturelle, se trouverait de la sorte en contradiction continuelle avec la vue; l'aveugle de naissance, dès les premiers instants qu'il voudrait jouir de sa nouvelle conquête, devrait se voir porter les mains en haut, quand les yeux fermés il aurait le sentiment intime qu'il les porte en bas; et le toucher lui apprendrait ainsi à chercher le bas et le haut à une place toute différente de celle que lui indique la vue.

1707. Les physiologistes qui se sont attachés à discuter les deux précédentes explications, en ont totalement perdu de vue une, qui est la première en date, car elle émane de Descartes, et qui est la plus satisfaisante, car elle est fondée sur une loi de la sensation lumineuse. Quoique les images se peignent sur la rétine d'une manière renversée, disait Descartes, nous ne voyons pas pour cela les objets renversés. Car nous ne voyons les objets que dans le prolongement des rayons qui arrivent immédiatement à notre vue (386); or admettons que la flèche (*bs*, fig. 23. 4), vienne se peindre sur la rétine en sens inverse de sa position (*s'b'*); en vertu du principe précédent, le point de la rétine affecté par *b'*, transportera nécessairement ce sommet de l'image à la base (*b*) de l'objet; le point de la rétine affecté par (*s'*), transportera de la même façon cette base de l'image au sommet (*s*) de l'objet, et nous verrons ainsi l'objet à sa position naturelle, au moyen d'une image renversée. Mais pour cela il fallait admettre que dans une région quelconque du globe de l'œil il s'opérât un entre-croisement des rayons lumineux capable de renverser les images sur la rétine; Descartes admettait par hypothèse que cet entre-croisement

s'opérât dans et par le pouvoir réfringent (*cn*, fig. 23), en sorte que là, le rayon venu du sommet de l'objet (*s*) vers la base de la rétine (*s'*), et le rayon venu de la base (*b*) de l'objet était dirigé vers le sommet (*b'*) de la rétine (*r*). Cette certainement eût été la seule admissible de la vision donnée par Descartes établie sur une expérience rigoureuse présumée. Mais la théorie en elle-même n'a pas moins été impuissante à rendre compte de la perception des images; et voici les objections les moins réfutables qu'on aurait pu lui opposer.

1<sup>o</sup> Les images se peignant sur une surface concave et dont la courbure varie, selon les positions qu'éprouve l'œil dans ses divers mouvements, ces images seraient déformées de mille manières, en sorte que l'objet semblerait changer mille et mille fois de figure sous les inclinaisons sous lesquelles nous l'observons; à peu près comme ces objets qui nous voyons se peindre et se redresser sur la flexion d'un miroir cylindrique, placés au-dessus d'eux. Or l'expérience prouve le contraire.

2<sup>o</sup> Si les objets, pour être vus, avaient besoin de se peindre sur la surface de la rétine, la rétine eût été à la fois le tableau et le siège de la sensation et celui de la perception; évident qu'il nous serait impossible de voir la moindre image complète, le sentiment de la moindre unité. Supposons qu'un édifice vienne se peindre sur la rétine; chaque molécule de l'organe recevrait le sentiment de la portion qui la recouvre; celle-ci aura pour son sentiment une fraction d'une fenêtre, celle-là la fraction d'une porte, une autre une fraction du mur, une autre sera la molécule qui, combinant toutes les fractions ensemble, aura le sentiment de l'unité? Il sera impossible d'en assigner la place quelque part sur la rétine; car autrement il faudrait que la même molécule fût recouverte tout autant de couches de couleurs, de fractions qui, en s'ajoutant côte à côte, forment la mosaïque, pour avoir l'image. En sorte que dans l'expérience de Descartes l'image ne se montrerait nulle part; on est forcé de chercher l'organe de la vision ailleurs que sur la rétine; la rétine, dans l'hypothèse de Descartes, ne saurait faire l'office que

miroir ; mais un miroir réfléchit et ne

hons donc ailleurs , dans le globe de  
 st qui serait appelé à percevoir cette  
 rétine n'étant que la surface de la cho-  
 st opaque et épaisse, le point voyant ne  
 rouver dans l'épaisseur ou sur la pa-  
 ure de celle-ci. La rétine, étant la pa-  
 oncavité, ne saurait être assimilée, sous  
 de la réflexion des images, qu'à un mi-  
 re ; or le foyer d'un tel miroir concave  
 se trouver que sur l'axe de l'œil qui  
 e centre de la pupille et aboutit au nerf  
 ais il faudrait alors que ce foyer fût  
 point presque imperceptible, pour qu'il  
 pas obstacle aux rayons incidents qui  
 : la pupille sur la surface de la rétine ;  
 les rayons incidents arrivent sous dif-  
 fers, et que la rétine se tapisserait d'i-  
 vers foyers , il s'ensuit que les foyers  
 ent si nombreux , qu'ils formeraient  
 de diaphragme , lequel arrêterait au-  
 : rayons lumineux ; en sorte que l'œil  
 nisé de telle sorte, que nous ne sau-  
 voir de distinct et de durable (\*).

le si la vision n'a lieu que sur un point  
 ent les rayons lumineux, et si le méca-  
 st analogue aux lois de l'optique, telles  
 es constatons avec nos appareils de ré-  
 de réflexion , pourquoi la nature , qui  
 si peu ses procédés , aurait-elle eu re-  
 catoptrique, quand, avec la dioptrique,  
 pu obtenir un résultat si net et si  
 urquoi recourir à la réflexion des ima-  
 n appareil construit pour la réfraction ?  
 in miroir concave appliqué sur une  
 and la lentille peut suffire à la vision ?  
 lacer le foyer sur le milieu de l'axe de  
 quand il pourrait l'être avec tant d'a-  
 i foyer ordinaire d'une lentille sphéri-  
 dehors ou sur les limites de sa sub-

les oiseaux de haut vol , dont la vue  
 , et par conséquent dont l'organe de  
 it être d'une structure si perfectionnée,  
 it plissée de telle manière que les plis  
 aillie de plusieurs lignes dans la sub-

ma, de Pavia, *Annal. univers. di medic.* de Milan,  
 ait admis l'opinion que nous voyons les objets  
 , en considérant la rétine comme un miroir con-  
 ait-il, puisque par l'expérience de la chambre  
 pratiquant l'ouverture artificielle sur la voûte  
 la sclérotique, les images nous paraissent ren-

stance de l'*humour vitrée*, qui se moule sur eux  
 et prend leur contre-empreinte. Desmoulins et  
 Magendie avaient avancé que ces plis sont dans le  
 cas de donner à l'oiseau la faculté de voir distinc-  
 tement de loin et de près ; mais nous ne savons en  
 vérité pas sur quel principe d'optique ils avaient  
 établi l'existence de cette cause finale ; car tous  
 les principes de la catoptrique démontrent que la  
 moindre éraillure du miroir suffit pour altérer la  
 pureté de l'image , et que , par conséquent , avec  
 un miroir travaillé par des ondulations , toute  
 espèce de vision serait impossible. Mais ces oiseaux  
 voient mieux que tous les autres ; donc ce n'est  
 pas avec leur rétine qu'ils perçoivent les images.

6° Enfin si la rétine était le miroir et en même  
 temps le *sensorium* de l'image ; si elle en avait la  
 conscience en même temps que l'impression ; par  
 son analogie avec les miroirs concaves, elle de-  
 vrait percevoir à la fois une foule incalculable  
 d'images du même objet ; car, par suite du rayon-  
 nement des points lumineux, le même objet en-  
 verra des images sur toute la surface du miroir  
 qui est susceptible d'être éclairée par la pupille ;  
 nous serions *multiplopes*, si je puis m'exprimer  
 ainsi , et un seul objet nous ferait voir une forêt  
 d'objets semblables.

1708. En résumé , le mensonge que Descartes  
 prêtait à la nature est inadmissible ; la nature ne  
 procède en rien avec de semblables caprices ; elle  
 ne prend pas plaisir à nous persuader que nous  
 voyons blanc , quand elle nous fait voir noir, et  
 que nous voyons en bas ce qu'elle nous montre en  
 haut. En cette circonstance, ce n'est pas la nature  
 qui a menti , c'est l'expérience qui a été fausse-  
 ment interprétée par Descartes et par tous ceux  
 qui l'ont répétée après lui.

1709. En effet , Descartes place l'œil préparé  
 comme ci-dessus (1704) au volet d'une chambre  
 obscure , et en face d'une chandelle allumée ; il  
 l'observe dans l'intérieur de la chambre obscure,  
 ET A DISTANCE , et il voit la chandelle se peindre à  
 la place de la rétine , mais la flamme en bas et le  
 corps en haut. Le fait est positif, et il se présente  
 de la même manière, sans que l'œil ait été entouré  
 de tant de précautions, et alors même que l'*hu-  
 meur vitrée* fait une certaine hernie, et que  
 l'organe est tassé et affaissé sur lui-même. Mais

versées, c'est une preuve qu'elles sont droites sur la rétine qui  
 est concave. Cet auteur est celui qui s'est rapproché le plus de la  
 vérité que nous allons démontrer ; mais il n'est pas arrivé à la  
 solution , parce qu'il a pris pour point de départ, et comme in-  
 contestable, l'hypothèse de Descartes, sur le rôle imaginaire de  
 la rétine.

l'erreur est tout entière dans la conséquence que la physiologie a déduite de l'expérience; on a conclu, en effet, que ce qu'on voyait à distance, la rétine le voyait de la même façon; on a perdu de vue qu'en fait d'optique tout change avec les distances, que la distance est la donnée principale de tout problème d'optique; et il n'est venu dans l'esprit d'aucun observateur de se rapprocher de l'œil qui sert à l'expérience, de manière à substituer son œil propre à la rétine de l'œil préparé, et de se placer pour regarder les objets extérieurs, au même point où se trouve placé l'organe que l'on suppose être le miroir et le foyer de la vue distincte. Si cette idée si simple et si naturelle s'était présentée à Descartes, il est certain que la science n'aurait pas enregistré un seul instant la théorie qui, pendant deux cents ans, a soulevé tant d'inutiles discussions; et la rétine, cette couche indéterminable de la chorolde, aurait reçu à peine un nom distinct.

1710. Car le globe de l'œil, dans cette expérience, fait l'office d'une lentille biconvexe (402) ou irrégulièrement sphérique, d'une sphère aplatie par les deux pôles. Or placez une lentille biconvexe au volet d'une chambre obscure, en face d'une chandelle ou d'un objet fortement éclairé, en vous tenant, pour en recevoir l'image, à la distance où se sont constamment tenus les observateurs; vous verrez la chandelle se peindre renversée sur la surface postérieure de la lentille; mais approchez votre œil de cette surface; placez votre œil au foyer de cette lentille, et vous verrez l'objet, grossi à la vérité, mais dans sa position naturelle, si l'objet se trouve à la distance focale de la lentille; et avec une loupe ordinaire (425) de quelques pouces de foyer, chacun pourra se donner le plaisir de cette réfutation de la théorie, réfutation que les premières notions d'optique indiquaient assez haut. Eh bien! si l'observateur, au lieu de se placer à la distance (*d*, pl. 4, fig. 24), pour observer l'image du trait éclairé (*f*), par la transmission des rayons lumineux à travers le globe de l'œil de bœuf, avait placé sa propre cornée transparente contre la surface de l'humeur vitrée, et au point indéterminé que l'on peut supposer être le foyer de cette lentille organisée, c'est-à-dire en (*d'*); l'observateur

aurait vu la flèche éclairée (*f*), à l'endroit qu'elle occupe en dehors, et plus ou moins selon l'affaissement du globe de l'œil; nous avons suffisamment établi (437) plus haut que, au delà du foyer d'une lentille les images sont renversées.

1711. Il est donc évident que nous percevons les images des corps à travers nos yeux, par le même mécanisme que nous percevons les images à travers une lentille de verre, c'est-à-dire par la convergence des rayons réfractés vers un point commun, foyer qui est un point *perceptif* pour ainsi dire mathématique, le point où que l'intersection d'un nombre indéfini de rayons à la fois. Tout ce que nous voyons, nous le voyons que par un point; ce point est le point de la science de la perception; mais nous ne pouvons avoir le sentiment de l'unité de cette manière de percevoir par suite d'une convergence; tout mécanisme qui s'exécute par divergence rendrait impossible toute espèce de perception (\*).

1712. NOUS VOYONS DONC LES OBJETS DANS LEUR POSITION NATURELLE; L'OPINION CONTRAIRE EST FONDÉE SUR UNE ERREUR D'OBSERVATION. LES IMAGES DES OBJETS NE SE PEIGNENT PAS, ELLES SE PEUVENT VUE; LA RÉTINE N'EST PAS UN MIROIR, MAIS UNE PAROI AMBIANTE; L'ORGANE PERCEVANT NE PEUT TROUVER AU FOYER DU SYSTÈME LENTICULAIRE UN POINT DE CONVERGENCE; L'OEIL EST FORMÉ; C'EST ASSEZ ÉTABLI QUE LE FOYER SE TROUVE A LA HAUTEUR DU NERF OPTIQUE; L'AXE QUI TRAVERSE LA CORNÉE ET LA PUPILLE.

1713. L'œil fonctionnant en vertu de la même loi que nos instruments d'optique, pour l'analogie, et cherchons à découvrir avec l'aide de ces instruments sa structure offre le même mécanisme. Dans la théorie de Descartes il est considéré comme un instrument de catoptrique; dans son explication il se fût comporté comme un microscope (445) qui renverse les images, et les agrandit à raison de la distance à laquelle se place l'observateur. Nous venons de ramener le globe de l'œil au type d'un simple système de lentilles, au type d'un microscope simple (429). Et sous ce rapport le globe de l'œil est admirablement bien adapté à tous les appareils, qui sont dans le cas de servir à donner une vision nette et distincte sans aucune espèce d'aberration de sphéricité.

(\*) Lorsque, pour répéter ces expériences, on se servira de l'œil de bœuf, il sera bon d'enlever la cornée transparente; car elle devient promptement opaque, ou bien s'altère d'une manière nuisible à la vision distincte; on pourra s'en servir, par cette préparation, comme d'une lentille de verre. Avec l'œil de lapin, on n'aura pas besoin de cette précaution, si on l'emploie fraîche-

ment détaché de son nerf optique. Mais dans tous les cas on sera obligé de rapprocher les objets de très-près. La vision sera infiniment plus distincte encore, si on loge l'œil et son cristallin dans un petit ballon de verre, les parois de la sclérotique; les objets apparaîtront alors à travers une lentille de la plus belle limpidité.

ité (404). Les milieux de diverse densité  
ciés comme dans un système de lentil-  
atiques (405); et tout ce système est  
r des parois et des diaphragmes tels et  
mbre, que pas un rayon lumineux ne  
iétrer dans l'intérieur de ce globe, qui  
à la vision, ou qui ne soit arrêté ou  
il est inutile ou nuisible à cet acte.

cornée transparente (pl. 4, fig. 24, *cn*)

l'humeur aqueuse, qui en remplit la  
ne lentille plano-convexe, dont la con-  
it tournée en dehors. Elle admet tous  
émanés de la calotte de la sphère qui  
en face d'elle; elle les réfracte tous sans  
aucune; mais sur sa surface plane s'é-  
phragme, qui réfléchit au dehors les  
nt la réfraction serait nuisible à la vision  
t ne laisse passer, à travers l'ouverture  
ue les rayons qui convergent au foyer  
le diaphragme est l'*iris* (*ir*), et son ou-

la pupille (*pp*). Les rayons réfléchis  
éprouvent, en sortant de la cornée  
le, une nouvelle réfraction, de sorte  
eur de l'*iris* d'un œil vivant nous paraît  
, selon que nous l'observons d'un point  
l'un autre, et prend ainsi les mille et  
uances, que nous avons désignées, dans  
ordinaire, sous le nom de *gorge de*  
dans la nomenclature de l'optique,  
d'*irisations*.

n second diaphragme plus ouvert que  
limite la surface postérieure de la  
chambre, qui peut être considérée comme  
de mince épaisseur, plane par devant  
postérieurement. Ce second diaphragme  
à intercepter les rayons lumineux, que  
n opérée par cette seconde lentille au-  
rger sous un angle trop ouvert, pour  
re réfractés, d'une manière utile à la  
la troisième lentille qui est le cristal-  
e second diaphragme forme les *procès*  
').

e CRISTALLIN (*cr*) et L'HUMEUR VITRÉE  
boitements concentriques de lentilles  
, beaucoup plus épaisses sur leur calotte  
que sur la calotte antérieure, forment  
e d'achromatisme, dont l'art un jour  
her de reproduire le mécanisme et l'ar-

*cès ciliaires* se dédoublent, comme pour recevoir  
ins une rainure. Chez l'homme, la rainure en est  
, et le dédoublement postérieur acquiert fort peu  
ment. Il n'en est pas de même chez les oiseaux,  
istallin desquels ce dédoublement s'étend, comme

lifice. Car il nous semble que cette disposition  
d'emboîtements est éminemment propre à faire  
converger vers le même foyer, tous les rayons  
qui arrivent parallèlement sur la surface anté-  
rieure du cristallin.

1717. Si le *cristallin* avait joué le rôle que lui  
a prêté Descartes, et qu'il eût été destiné à faire  
croiser les rayons lumineux qui émanent des ob-  
jets, il s'en serait suivi qu'après l'opération de la  
cataracte, qui enlève ou déplace le cristallin, la  
vision eût été, par ce seul coup, anéantie; et  
pourtant on recouvre la vue immédiatement après  
l'opération.

1718. Quant aux rayons lumineux qui, malgré  
toutes ces précautions de la nature, viendraient  
à diverger, et à dévier de la ligne normale tracée  
par la réfraction visuelle, ils vont s'annihiler et  
se perdre dans les parois de la *choroïde*, dont la  
couleur noire a la propriété d'absorber les rayons  
lumineux. Ces parois jouent le rôle des parois  
noircies des tubes de nos microscopes (449),  
comme l'*iris* et les *procès ciliaires* de notre œil  
jouent le rôle des diaphragmes, que l'artiste a  
grand soin de placer au foyer de chaque lentille  
de nos microscopes (448).

1719. La nature a poussé plus loin encore la  
précaution de l'absorption des rayons lumineux  
inutiles, en moulant la capacité de la sclérotique  
(*sc*) sur une sphère, et non sur un cylindre. Car,  
avec cette forme, si la réline venait à faire l'office  
d'un miroir, à réfléchir les rayons au lieu de les  
absorber, elle agirait d'après les lois relatives aux  
miroirs concaves; et le foyer de la réflexion spé-  
culaire serait si peu éloigné des parois, qu'aucun  
rayon n'échapperait pour arriver jusqu'à l'axe de  
la vision distincte.

1720. Si c'est par un point que nous voyons les  
corps, si le sens de la vue se trouve au sommet  
de l'angle de convergence des rayons lumineux,  
comme, pour voir les images grossies par une  
lentille de verre, notre œil se place à l'angle de  
convergence des rayons réfractés (397), il est  
évident que ce point voyant ne doit pas être inva-  
riable. Car les rayons émanés des corps étant  
forcés de passer tous par la même ouverture, par  
celle de la pupille, pour venir se réfracter dans  
les milieux qui remplissent le globe de l'œil, il est  
évident que le foyer doit changer de place avec la

une nouvelle couche de *procès ciliaires*, que l'on désigne sous  
le nom de *peigne*, et qui forme ainsi un troisième diaphragme,  
ou troisième voile protecteur d'une vision qui, chez l'aigle, peut  
de la sorte fixer impunément le soleil.

distance des objets , que les rayons émanés du trait ( $f$ , fig. 24, pl. 4), par exemple, convergeront en ( $d''$ ) et plus près du cristallin que les rayons émanés du trait ( $f'$ ), lesquels viendront converger en ( $d'$ ). Et c'est précisément de cette manière que nous pourrions évaluer les rapports de grandeur et de distance : nous jugerons qu'un objet est plus proche de nous, quand le foyer de son image se trouvera sur un point de l'axe visuel ( $ax$ ), plus rapproché du cristallin ; et que l'objet sera d'autant plus éloigné que le foyer de son image se trouvera sur un point de l'axe visuel plus proche de la rétine ; l'axe visuel sera ainsi une espèce de mètre rapporteur, qui nous permettra de mesurer l'espace et de diviser les distances en fractions de quelque dénominateur que ce soit. Par la même raison, nous jugerons, avec la rapidité de l'éclair, des rapports de grandeur entre les objets qui frapperont à la fois notre vue ; car nous ne pourrions avoir le sentiment des distances qui séparent les divers foyers visuels , sans avoir en même temps le sentiment de l'ouverture de l'angle visuel de chaque objet ; et c'est par ces diverses ouvertures des angles que nous jugerons des grandeurs des objets, exactement comme nous établissons de pareils jugements en observant au microscope. Plus les objets seront éloignés ou de petit calibre, et moins l'image en sera distincte ; car dans ce cas l'angle visuel se confondra de plus en plus avec l'axe, avec une droite unique ; or nous ne pouvons juger des grandeurs que par l'ouverture d'un angle ; et nous ne pouvons mesurer des angles dont les côtés sont trop rapprochés ; nous les mesurons enfin, comme par le procédé de la planchette des *arpenteurs*, et la planchette ne donnerait plus d'indication utile , si elle était réduite à un angle de  $2^\circ$  ou  $3^\circ$ . Il est probable encore que la consistance de la couche optique , où convergeront les rayons émanés des corps extérieurs, contribuera éminemment à donner à l'image une plus ou moins grande netteté de contour ; ainsi, sur les couches les plus denses , l'image offre plus de précision et de vivacité que sur les couches les plus molles ; or plus on s'éloigne du cristallin, plus les couches de l'humeur vitrée acquièrent de mollesse , et c'est précisément sur celle-là que viennent converger les rayons émanés des objets les plus éloignés de nous , ou de la plus petite dimension. Dans cette hypothèse , les emboîtements du cristallin et de l'humeur vitrée serviraient à jalonner les distances, et chacun d'eux aurait le *sensorium* de l'image , et la conscience des rapports de grandeur de l'objet.

1721. Je doute qu'il se présente un seul mène de la vision , qui ne s'explique avec grande facilité, d'après cette théorie , et il n'est pas inutile d'en donner quelques exemples, nous ayons l'intention de revenir sur ce sujet des considérations générales qui leur place dans le second volume de cet ouvrage.

1722. La vision s'opérant dans la substance de l'humeur vitrée, d'après le mécanisme des grossissants, c'est-à-dire par un point où convergent les rayons émanés de l'objet, et qui est le foyer de la réfraction générale , l'ouverture de la pupille devient pour nous un vrai cercle rapporteur ; elle nous sert à juger de la forme des objets qui s'y inscrivent , et à en mesurer les dimensions pour ainsi dire , par la graduation de l'iris et des procès ciliaires. La conscience que nous avons de la symétrie, nous fait subitement découvrir que l'arc de ce grand cercle correspond chaque fois à l'image ; et nous constatons ainsi, avec la rapidité de l'inspiration et de la pensée , si le péril de l'objet est un carré parfait , un triangle équilatéral ou autre, un parallélogramme , un polygone de quelque nombre de côtés que ce soit ; ce polygone a des côtés si minimes que nous ne saurions en aucune manière les distinguer de ceux qu'ils soutendent , le polygone se confond avec le contour de notre pupille ; c'est un cercle. Cet espace ouvert, comme sur l'écran d'une chambre obscure, que notre perception voit se dérouler comme le paysage , et embrasse dans ce petit espace visuel l'horizon le plus vaste. La perception est le sommet d'un cône , dont la pupille serait la base ; elle est au fond d'une chambre obscure (5) et la pupille est en même temps le diaphragme et le *cercle rapporteur*.

1723. Non-seulement nous jugeons de la figure générale des corps , mais encore nous mesurons de la sorte presque rigoureusement l'ouverture d'un angle isolé. L'expérience le démontre. Considérez un objet terminé par des lignes droites, un tableau par exemple ; pour le voir en entier, il faut que tous les angles touchent la pupille, par tous les points qui correspondent à leur position dans l'image. Mais si vous voulez déterminer l'ouverture d'un angle de cette figure, vous amènerez votre œil à n'avoir que l'image de cet angle, et avec un peu d'attention vous vous convaincrez qu'il arrive à ce résultat, vous avez disposé votre œil de telle sorte, que le sommet de l'angle est au centre de la pupille, exactement comme dans



ture d'un angle avec le goniomètre ; de cette manière si l'angle est un obtus, ou aigu, selon qu'il court, plus d'un quart, ou moins d'un irconférence de la pupille, dans son

it aux dimensions des corps, nous par le jeu du clair et des ombres, de du toucher nous a, dès notre en- la clef.

deux yeux voient à la fois la même nous n'avons qu'une seule percep- que les deux angles visuels rappor- à la même position par rapport à s objets environnants, que les deux perposent pour ainsi dire, et que nos ne sont dès lors que la contre- de l'autre. Aussi nos yeux dans se meuvent-ils parallèlement dans venir se placer au même point de nous dérangeons ce parallélisme, si orçons de regarder en louchant, ou yons le doigt sur un œil, l'autre se tanément dans l'orbite, alors nous images du même objet, qui se super- partent plus ou moins, selon l'éner- ence que nous exerçons sur l'un des rs l'un des deux yeux se trouve plus autre, de l'objet que nous avons in- ir, et la distance diminue les pro- corps ; dans ce cas, nous aurons la 'une image grande et d'une image ne objet, et ces deux images se super- ie à l'autre ; les deux images sont surperposées, quand les deux yeux, égale distance de l'objet, en reçois lumineux selon deux incidences Les louches de naissance sont habi- oir qu'une seule image ; mais leur jamais fixe, comme le nôtre ; il est décis, mal assuré. Méfiez-vous du n homme qui louche ; car le jugement pression des rapports transmis par les yeux qui convergent ou divergent trop jamais donner des rapports exacte- l faut qu'un homme qui louche ait ur qu'il ait le sens commun. Dans et toutes choses égales d'ailleurs, je n borgne ; celui-ci est convaincu que e lui manque pour tout voir, l'autre ignorer qu'il regarde de travers ; le he, en regardant à plusieurs repri- er à la contre-épreuve qui lui man-

que pour bien voir la première fois ; l'autre pense que parce qu'il a deux yeux comme nous, il lui est permis de prononcer aussi vite que nous ; enfin, l'un sait douter, et l'autre tranche.

1726. Tout état pathologique qui, par un effort musculaire, ramènera le globe de l'un des deux yeux au fond ou au dehors de l'orbite, produira la double vision du même objet, c'est-à-dire la *diplopie*, parce qu'elle placera de la sorte l'objet à deux distances différentes de la vision.

1727. Tout état pathologique qui bossèlerait l'une ou l'autre des pièces qui concourent à la réfraction visuelle, multiplierait les images du même objet, en offrant au même plan tout autant de lentilles convergentes, et en réfractant la même image en tout autant de foyers distincts qui viendraient affecter la couche percevante de l'humeur vitrée. Un seul homme pourrait paraître de la sorte toute une armée au pauvre malade.

1728. L'orfraie (*aquila ossifraga*), oiseau qui, appartenant au groupe des aigles et vautours, est un de ceux qui jouissent de la meilleure vue, possède au centre de la membrane qui est tendue sur la pupille (1668) une tache opaque, une espèce de taie, qui empêche les rayons lumineux de traverser l'axe du cristallin. Aristote, pensant que cette tache indiquait une lésion de la vue, avait placé l'orfraie à côté des chouettes, Aldrovande fit observer que cet inconvénient était compensé par la grande transparence de la partie circulaire de la pupille qui entoure cette tache : et Buffon, qui vérifia le fait, fut porté à croire que, par l'effet de cette taie, l'orfraie probablement n'avait pas la vue aussi nette ni aussi perçante que les aigles, quoiqu'il ne l'ait pas offusquée comme les chouettes. Cette conséquence est une erreur, qu'il est facile de rectifier par l'expérience directe, alors même que la nouvelle théorie ne nous fournirait pas les moyens de donner une raison suffisante du phénomène. Si nous voyons d'autant mieux les objets que l'angle visuel a plus d'ouverture, il s'ensuit que plus l'ouverture de l'angle se rapprochera de l'axe, moins l'objet sera distinct pour nous ; en sorte que, dans beaucoup de cas, la portion centrale de la pupille pourrait être voilée, sans que la vision en souffrit le moindre inconvénient, puisque ce voile ne recouvrirait que la portion du cercle par où la vision ne s'exerce pas. En effet, approchez une épingle de l'œil, de manière que la tête vienne s'appliquer presque sur le centre de la cornée transparente, et partant sur l'axe qui traverse la pupille et le cristallin, et vous n'en continuerez pas moins à voir les objets

extérieurs, comme si vous n'aviez rien interposé entre eux et votre vue ; la tête d'épingle ne formera pas le moindre obstacle, ni l'ombre la plus petite, et ne donnera pas le moindre signe de sa présence. Or cette tête d'épingle représente là évidemment la taie de l'œil des orfraies. Seulement on remarquera alors que la pupille se dilate davantage pour voir, afin de récupérer par le diamètre le nombre des cercles concentriques de la vision, dont la présence de la tête d'épingle la prive. Et c'est peut-être ce qui contribue à ce que l'orfraie voit encore mieux la nuit que le jour, cette taie tendant à tenir la pupille dans un tel état de dilatation, qui convient mieux à la vision dans l'ombre qu'à la lumière.

1729. C'est un fait généralement reconnu que notre pupille se contracte et se rétrécit à une vive lumière, et se dilate dans l'obscurité. Dans le premier cas, celle de l'homme a quelquefois moins de 5 millimètres de diamètre ; dans le second, elle dépasse souvent 5 millimètres. Chez les animaux qui poursuivent leur proie la nuit, comme les chats, la pupille est susceptible d'acquiescer une ouverture extraordinaire. L'iris (1665) est le diaphragme musculaire, dont la contractilité contribue à produire ce rétrécissement ou cette dilatation. Mais ce à quoi l'on n'a pas fait la moindre attention, c'est que la dilatation suit, pour ainsi dire, la gamme des couleurs. Avec la même intensité de lumière, la pupille se rétrécit ou se dilate selon les couleurs. Pour procéder avec méthode dans l'étude de ce phénomène, il est bon d'avoir des tableaux en papier, peints chacun d'une seule des couleurs primitives, et de les placer de manière que l'œil ne puisse en fixer qu'un à la fois ; on mesurera à chaque observation la pupille de l'observateur. On trouvera alors que le rétrécissement le plus grand correspond au tableau du blanc le plus pur et frappé de la lumière la plus vive ; que la pupille commence à se dilater au gris ; qu'elle se dilate de nouveau au jaune, puis au vert, puis au bleu, puis à l'orange ; enfin que sa plus grande dilatation correspond au rouge le plus intense. Or combinons les résultats de cette expérience avec la manière dont nous avons conçu l'organisation de l'œil. Nous avons établi que la vision s'opérait par un cône, dont la pupille forme la base, et dont la perception occupe le sommet. Nous avons reconnu, par la dissection, que l'*humeur vitrée* et le *cristallin* formaient une seule et même unité d'emboîtements non concentriques. Le cône lumineux d'où résulte l'image, pour la perception, comprendra nécessairement

un nombre d'autant plus grand de segments, que la pupille qui en limite la base est plus dilatée. Mais l'expérience nous applique à chaque degré de sa dilatation correspond une couleur du prisme. N'est-il pas permis d'admettre que chaque emboîtement est l'organe d'une perception spéciale ; que chacun d'eux est affecté à recevoir une nuance ; et que, pour que l'objet se colore d'une telle manière plutôt que d'une autre, il faut que le cône visuel qui résulte de la perception de la forme, passe par les emboîtements d'où résulte la perception de la couleur ? L'expérience suivante confirme cette induction. Quand on considère une surface éclairée par une vive lumière, pour avoir la perception de la blancheur, on est obligé nécessairement de contracter la pupille, mais de rapprocher les paupières, de manière à réduire le cône visuel à la moindre base possible. Si nous gardions ces surfaces, la pupille dilatée, nous verrions jaune, et même rouge. Cherchez à regarder une surface jaune, en rétrécissant la pupille, et en rapprochant les paupières, et vous la verrez de la même manière que la pupille se contracte quand les paupières se rapprochent quand l'œil est exposé à la plus vive lumière, et vous n'aurez d'avoir l'impression de la couleur jaune, que celle du blanc faiblement éclairé, c'est-à-dire du gris. Fixez une surface rouge, en contractant les yeux, vous la verrez indigo, ou violacée, et même noirâtre, mais vous n'aurez nullement l'impression de la coloration véritable ; si la contraction est encore plus forte, vous verrez, comme si les surfaces éclairées de l'objet, et non les faces ombrées. Il me paraît donc évident que les couleurs sont perçues par tout autant de couches du cône visuel, ou plutôt par tout autant de couches du cône lumineux, et que chaque nuance correspond à une de ces fractions concentriques. En divisant la pupille, à son plus grand état de dilatation, en huit zones concentriques, autour d'un point central qui correspond à l'axe de l'organe, axe inutilisé pour la vision, nous aurons les sept organes des couleurs primitives ; la zone la plus externe ou la plus large donnant l'impression du rouge, la septième celle de l'orange, la sixième celle du violet, la cinquième celle de l'indigo, la quatrième celle du vert, la troisième celle du bleu, et la zone presque centrale celle du blanc. Les nuances proviendront des cercles intermédiaires entre chacune de ces zones principales, que deux zones à la fois seront affectées à percevoir le même objet.

est reconnu que la couleur la moins fatigante pour la vue est la couleur verte, et que le rouge et le bleu sont les deux colorations dont la pupille se contracte le plus ; le vert et le bleu sont les deux colorations dont la pupille se dilate le plus ; ce sont les deux extrêmes ; le juste milieu des deux est le moins fatigant pour la vue. Or ce juste milieu se trouve du vert au bleu ; en sorte que la pupille se divise en deux parties correspondantes à tout autant de couleurs ; le vert bleu ne demande d'autre effort de l'iris, que l'effort ordinaire et naturel qui tient la pupille dilatée, alors que la vision ne se porte sur aucun objet spé-

cial. Le monde sait que nous n'avons pas la même vue de la couleur portée au même éloignement. Il est des peintres qui voient différemment qu'un autre : Jouy voit en jaune, Rubens en purpurin, et dans leurs tableaux leur nuance de prédilection. Ce phénomène trouve encore une explication facile à concevoir, dans la théorie précédente. Il dépend de l'accroissement d'une zone aux dépens des zones voisines, de l'exagération de l'une, quand les autres se réduisent d'autant ; ou bien encore, toutes les proportions se trouveraient dans le phénomène peut provenir du plus ou du moins de la pupille à se contracter ou à se dilater. D'où on peut conclure qu'il est possible que les animaux ne voient pas les couleurs comme nous ; que le même objet, qui nous paraît bleu ou rouge ; ce qu'il est aussi aisé de vérifier que sur l'homme, se présente par des signes, et ses impressions, en les reproduisant graphiquement. Nous disons donc qu'un peintre voit *mal*, quand il ne voit pas comme tout le monde ; quand nous disons qu'il n'a pas le *sens de la couleur*, cela signifie que son œil est impressionné par les rayons émanés de la même manière que le sont les autres. En effet, observez un œil de fraîcheur à l'heure de midi dans des yeux ouverts sans effort, il vous apparaît un monde de lumière, chaud de ton, et vibrant d'effet, comme les tableaux qui sortent de nos plus habiles paysagistes. Mais à la même heure, et en clignant un œil, vous le verrez dès lors, avec les

AIL. — TOME I.

teintes ternes et lavées, que ce paysage revêt naturellement le soir ; vous en avez changé tout l'aspect, en rétrécissant l'ouverture de la pupille, la base du cône visuel, en enlevant enfin à la vision deux ou trois appareils externes de coloration. Or il peut se trouver des organisations dont l'œil a naturellement la conformation que vous avez donnée au vôtre, d'une manière forcée, dans l'expérience précédente.

1732. Le globe de l'œil étant un système de lentilles de différents indices de réfraction, le moindre dérangement de l'une ou l'autre pièce, en détruisant la centration de tout le système, ce point si important et si difficile à trouver et à maintenir en optique, rendra impossible la vision des objets extérieurs. Aussi suffit-il d'appuyer le doigt sur un côté du globe, pour ne plus rien voir, les paupières grandement ouvertes ; car, dans ce cas, la pression exercée sur la paroi repousse le cristallin hors de sa place ordinaire, en sorte que son axe ne se trouve plus sur l'axe général de l'œil ; le cristallin est décentré ; la réfraction visuelle est anéantie, on ne voit plus rien au dehors. Mais on observe en même temps que l'on voit quelque chose, une tache lumineuse qui change de dimension, mais non de forme, qui diminue ou grandit, selon que la pression exercée est plus ou moins puissante, mais qui se présente toujours avec l'aspect d'une bande demi-circulaire, ciliée et comme graduée par d'innombrables irisations (1714). Il est facile de comprendre qu'on voit en cela un des bords du cristallin même, avec l'arc correspondant de ses *procès ciliaires*. En effet, si la pression exercée a lieu du côté gauche du globe, la bande lumineuse se montre vers l'angle droit de l'œil, sa convexité tournée du côté gauche ; c'est le contraire si la pression s'exerce du côté droit. La bande se montre en haut, et sa convexité tournée en bas, si la pression s'exerce sur la partie inférieure du globe de l'œil ; elle se montre en bas, et la convexité tournée en haut, si la pression s'exerce sur la portion supérieure ; et dans toutes ces expériences, on voit une moitié, un quart, un tiers, etc., de circonférence, selon qu'on a le courage de presser plus ou moins fort. Enfin l'œil voit alors la seule partie visible de son cristallin, c'est-à-dire ses *procès ciliaires*, qui se déplacent avec lui, et qui reproduisent, par la réfraction, le phénomène des interférences, en décomposant la lumière par les interstices de leurs vaisseaux rayonnés (1669). D'où il suit, ainsi que nous l'avons déjà exprimé, que la vision, en tout état de choses, s'opère dans l'humeur vitrée, plus ou

moins près de l'adhérence du nerf optique à la sclérotique.

1753. L'œil voit donc non-seulement au dehors, mais encore au dedans de son globe; il est affecté par la lumière, qu'elle lui arrive de l'extérieur ou de l'intérieur de l'organe. Or les diverses parties de l'œil peuvent devenir lumineuses, soit dans un cas d'inflammation ou de fièvre, soit instantanément, sous l'influence d'une grande commotion, d'un coup porté sur le globe. On sait, en effet, que l'air comprimé dans une capacité à parois épaisses et résistantes devient subitement lumineux; or l'air circule dans le réseau lymphatique et sanguin des diverses pièces de notre œil, et rien n'est plus résistant, dans l'organisation humaine, que la sclérotique; un coup porté sur l'œil doit donc rendre lumineuse la quantité d'air qui est disséminée dans sa capacité; et il ne faut pas que le coup soit bien grave pour réaliser ce phénomène; ce que le peuple a traduit avec la poésie de son langage, par les deux drôleries suivantes : *Ce coup m'a fait voir trente-six chandelles, ou m'a fait voir les étoiles en plein midi.*

1754. Dans un accès de fièvre, et lorsque la circulation sanguine déborde en torrents dans le réseau des paupières, et même dans le réseau lymphatique de la cornée transparente ou de l'iris, nous voyons des gerbes perlées, qui décrivent des courbes hardies, forment des rosaces mobiles, lesquelles varient de position et de forme, avec une étonnante rapidité. Nous voyons alors le torrent de la circulation s'élançant dans ses mille et mille canaux, qu'il dessine en traits de feu, en traits insaisissables.

1755. Mais n'allez pas, sur les traces d'un auteur privilégié, croire que vous avez dans l'œil tous les objets que vous voyez trop petits, pour en déterminer la distance au dehors. Vous vous exposeriez à prendre des moucheron microscopiques pour les globules de la circulation. Comme la méprise un peu lourde, dont nous parlons, a été adoptée à son apparition de confiance, par la Faculté de médecine (\*); dans la première édition de cet ouvrage, nous avons à peine osé effleurer une réfutation, tant le sujet nous paraissait peu en être digne; mais la méthode féconde en résultats si singuliers commence à devenir contagieuse,

(\*) La Faculté de médecine a voulu avoir son micrographe, lorsqu'elle s'est aperçue que le microscope était un moyen de bien voir. On sait que la Faculté improvise les talents, et proclame docteur un homme sur le vu de sa thèse. Donné, le rédacteur scientifique du Journal des Débats, a succédé à Galès

sous les auspices de l'autorité; nous dons donc, dans cet ouvrage, à sacrifice pages de développements, pour évaluer d'un auteur qui se joue vraiment d

1756. La géométrie a ses *quadratures*; rent après la quadrature du cercle, alchimistes poursuivaient la pierre philosophique; la micrographie a de son côté des *chandelles*, qui ne voient que des globules; ne voient plus rien après les globules; compte des globules du matin, des soir, et des globules du milieu de la journée; vous diront toutes les circonstances d'un assassinat, sur la seule inspection d'un globule; ils distinguent des globules du sang, des globules du cerveau, des globules de la syphilis; d'aucuns vont même désigner, dit-on, la localité d'où provient le mal, à la comparaison des globules; nous avons enfin une complète *globulomanie*; s'aperçut un jour que les observateurs avaient tant occupés de globules, avaient oublié les globules de l'œil; ils ont cherché à voir tout, excepté l'œil qui le voit. L'auteur eut donc l'heureuse idée de regarder son œil. Mais avant cela, il prit l'*aqueuse* et l'*humour vitrée* d'un œil et en soumit des fragments au microscope; aperçut des globules, au milieu de qu'il y avait de puscules amorphes; et ces globules, de moitié que ceux du sang, peuvent être aperçus à la lumière, tant ils sont transparents; ce n'est qu'au moyen d'une lamelle qu'on les reconnaît d'une manière évidente, et qu'on les voit dans le liquide dans lequel ils nagent. Ces globules sont parus insolubles dans l'eau, car l'auteur les a vus intacts dans ce liquide, même après un certain temps. » Des globules qu'on ne voit qu'à la faveur d'une lampe, ne sont le plus souvent que des effets de la réfraction de la lumière par une membrane; car il n'est pas de membrane animale qui ne se couvre, à la lampe, d'une couche de diamètres à peu près égaux (1607). Ce n'est pas de liquide albumineux, qui ne se volatilise par l'évaporation, sous forme de précipité laiteux; il en est de même, d'une manière moins prononcée, de l'amidon et de la gomme; l'auteur avait soumis l'*humour vitrée*

dans le privilège de pouvoir être cité sur parole; dans les livres de l'école; il a fait sa preuve dans sa première thèse présentée le 17 janvier 1807.

pe, immédiatement après son extrac-  
 , il n'y aurait rien aperçu de sembla-  
 la faveur d'une lampe. Il est vrai que  
 a moins vu dans le *liquide filant* et  
*albumineuse* du corps vitré que dans  
*aqueuse*; et c'est précisément le con-  
 existe. L'*humeur aqueuse* pure ne  
 aucun globule; l'*humeur vitrée* doit à  
 offrir beaucoup. Mais ce à quoi l'au-  
 songé, c'est qu'il est impossible d'ob-  
*humeur aqueuse* par la dissection, sans  
 l'iris, les procès ciliaires et la cho-  
 , en tout ou en partie; trois organes  
 ciliaires au suprême degré, et déversent,  
 le-objet, une quantité innombrable de  
 s petits que ceux du sang. On n'obtient  
*aqueuse* pure, à peu près que par la  
 la cornée transparente. Mais jusque-  
 c'est que dans la maladresse du mani-  
 passons à une autre qui est moins

les globules, ajoute l'auteur, qui ne  
 rien la vision, à cause de leur parfaite  
 e, je suis maintenant convaincu, qu'on  
 dans son propre œil, en s'y prenant  
 re suivante:

e une carte avec la pointe d'une aiguille  
 par ce trou, que l'on applique très-près  
 on regarde le ciel; on aperçoit à l'in-  
 urs globules très-distincts, rangés par  
 alières, et d'autres isolés; si on fixe  
 up d'attention, on en découvre, dans  
 : multitude d'autres qui remplissent le  
 qui suivent tous les mouvements de  
 it exactement la même apparence que  
 on voit au microscope, dans l'humeur  
 traite d'un œil mort; même transpa-  
 le diamètre appréciable. On peut ainsi  
 des globules de trois ordres; les pre-  
 en chapelets sinueux et très-distincts;  
 , plus isolés, plus gros que les autres,  
 entourés d'un cercle plus noir; enfin  
 es, que l'on ne peut compter, moins  
 plus éloignés, ressemblent assez bien,  
 ardonne la comparaison, à une espèce

urriez-vous expliquer comment il se  
 ait besoin du microscope, pour distin-  
*humeur aqueuse*, des globules que l'on  
 bien dans son œil propre d'après l'au-  
 ent! sans le secours de la réfraction de la  
 sparente, vous voyez déjà vos globules;  
 la réfraction du cristallin se joint la

première réfraction, il vous faudrait encore l'aide  
 du microscope pour rendre apercevables les mêmes  
 globules! Vous les grossissez donc par les verres  
 amplifiants, pour ne leur donner juste que le dia-  
 mètre sous lequel vous les voyez sans microscope?  
 Entendons-nous! il y a de l'absurde dans quelque  
 coin de votre manière de voir. Mais l'auteur n'a  
 rien à redouter de l'absurde; sa position lui permet  
 de l'être impunément.

1740. Or voici ce que l'auteur a vu, et ce qu'il a  
 si mal interprété. La cornée transparente est lubri-  
 fiée par le même liquide, que les paupières pro-  
 mènent, dans leurs mouvements variés, sur toute  
 la surface de la conjonctive. Toute substance liquide  
 qui s'attache à une paroi verticale prend la forme  
 d'une demi-sphère; mais une demi-sphère trans-  
 parente de petit diamètre, placée sur la cornée  
 transparente, déviara d'autant, et à la manière  
 des lentilles (409), les rayons lumineux; votre œil  
 verra donc une image lenticulaire au dehors de  
 lui. C'est une série de ces petites lentilles aqueuses  
 que l'auteur a vues et désignées sous le nom de  
 chapelets sinueux. Les seconds, plus gros, pro-  
 viennent de gouttelettes plus grosses. Mais, dans  
 cette catégorie, l'auteur en a oublié un autre  
 genre qui se compose de globules déformés,  
 échancrés, allongés en larmes bataviques, que l'on  
 rencontre ainsi ajustés bout à bout, sur des lignes  
 plus ou moins sinueuses. Ceux-ci proviennent des  
 gouttelettes allongées et déformées par le frotte-  
 ment. Nous nous occuperons tout à l'heure de la  
 troisième espèce qu'a vue l'auteur. Démontrons ce  
 que nous venons d'avancer, quant aux deux pre-  
 mières. Celles-ci, il n'est pas besoin d'un petit  
 trou pratiqué dans une carte, pour les distinguer,  
 il suffit de regarder en clignant les paupières. On  
 voit alors se promener de bas en haut et de haut  
 en bas, selon que l'on élève ou qu'on abaisse le  
 globe de l'œil, des traînées de globules analogues  
 à la fig. 22, pl. 2. Chacun d'eux se présente sous  
 forme de deux cercles concentriques, dont la par-  
 tie la plus vigoureuse et la plus noire change de  
 position à chaque fois, et qui se bordent souvent  
 d'irisations où le jaune domine. Regardez une len-  
 tille de verre de trop près, ou bien observez au  
 microscope un globule transparent en deçà du  
 foyer de l'instrument, et vous aurez la même  
 image devant les yeux. Ces deux cercles ne sont  
 que deux effets de l'aberration de sphéricité (405)  
 qui font que les bords d'une lentille n'ont pas le  
 même foyer que la partie centrale. La preuve que  
 ces globules qui voyagent devant nous, quand  
 nous cherchons à les fixer de l'œil, ne sont que



des gouttelettes aqueuses, se tire des deux observations suivantes : 1° Jamais ces globes ne sont plus nombreux, que lorsque les paupières sont inondées de larmes; ils le sont moins quand l'œil n'est qu'humide; on les voit à peine quand l'œil est sec. Aspergez votre œil d'eau pure, vous multiplierez ces globules et vous leur donnerez les formes les plus variées et des dimensions exagérées; vous les verrez alors se subdiviser, diminuer de volume par l'évaporation, et puis peu à peu disparaître. 2° Tenez compte comparativement du mouvement de vos paupières, et de la direction des sinuosités en chapelets que forment ces globes, en s'ajoutant bout à bout; et vous verrez que cette direction varie en raison du mouvement par lequel les paupières se sont déplacées. Si vous élevez la paupière en la pressant un peu avec le doigt, tous ces chapelets auront leur direction de haut en bas; leur direction sera en large, si vous déplacez votre paupière de droite à gauche ou de gauche à droite. Enfin, en poursuivant cette expérience dans tous les sens, vous tracerez sur la conjonctive des sillons de globules, dont la direction sera toujours celle que vous aurez donnée au mouvement des paupières. Il est donc évident que ces chapelets ne sont que des séries de gouttelettes aqueuses, dont les paupières lubrifient la conjonctive, et qui, au lieu de s'étendre en une couche continue sur la surface du globe, se sont légèrement coagulées en lentilles *convexo-concaves*.

1741. Quant au troisième genre de globules qui composent le fond du tableau, et que l'auteur compare si ingénieusement à de la *semoule*, comparaison que nous lui pardonnons d'autant mieux, que les grains de semoule sont anguleux et à facettes, quand ces globules sont arrondis; voici en quoi ils consistent. L'humeur que les paupières promènent sur la conjonctive, s'évapore à mesure que les paupières s'écartent, car si nous n'abaissions pas de nouveau les paupières, la surface de la conjonctive se desséchait. Mais l'évaporation de cette humeur ne saurait avoir lieu qu'à la manière de l'évaporation de l'eau, par une *buée*, par des vapeurs qui s'échappent comme une fumée. Donc, quand vous regardez de manière à ne rien voir que le ciel, vous verrez cette petite *buée*, vous apercevrez des myriades de petits points qui tourbillonneront, comme une fumée, devant vous. Regardez à travers le jour la vapeur de l'eau, vous distinguerez le même phénomène. Vous le distinguerez encore mieux quand, en hiver, vous vous trouverez enveloppé de brouil-

lards. Dans toute autre circonstance, vous n'observerez que votre propre œil un peu, en avançant la lèvre inférieure coup vous verrez vos petits globules comme sous le souffle d'une tempête, i ner avec plus de rapidité; cessez, ils se avec plus de calme. Donc ces globules nent, comme la vapeur d'eau bouillant le brouillard, à un nuage qui est devant et non dans votre œil.

1742. Mais une erreur en appelle toujours une autre plus grossière. Cette erreur de l'optique a jeté l'auteur dans une erreur, que nous nous hâtons de réfuter, sans à la qualifier. L'auteur a voulu expliquer le mouvement de ces globules, autrement que par la circulation; la circulation ne saurait plus voir des masses comme celles-là; il a recouru à une autre hypothèse. D'après lui, l'œil tend à s'affaisser par son poids, et à faire des mouvements qui varient en raison de la position; il nous affecte tous d'une *cataracte* au minima. Vous concevez déjà par ces chapelets sinueux, que l'auteur prétend que le liquide de l'humeur aqueuse, semble se décaler de place; c'est que le cristallin se déplace et déplace l'image avec lui. Admirable! tout exprès pour les idées d'un voyant! toutes les lois de l'optique, décentrer de réfraction, sans nuire en rien à la vision tincte! Comprenez-vous par quel artifice on nie le cristallin, en se déplaçant, que les globules de l'humeur vitrée, et l'objet extérieur? Si un opticien s'imaginait de mobiles les objectifs du microscope danser aux yeux de l'observateur tous placés sur le porte-objet. Eh bien! dans l'œil, le même objectif que la nature a placé dans la plus précieuse des lentilles branle; sans rien faire branler; les objets extérieurs restent à leur place, quand tout se déplace dans l'œil! Si tout cela n'est pas absurde, c'est que l'auteur n'y tient pas.

1743. L'auteur pousse plus loin sa pensée. « il suppose que les chapelets de globules sont fixés sur la surface de la capsule du cristallin, ou sur celle de ce corps lui-même, ou qu'ils sont contenus dans de très-petits vaisseaux dilatés, et dans lesquels la circulation est ralentie par une cause quelconque; de sorte que les vaisseaux peuvent ramper dans la capsule du cristallin ou dans ce corps lui-même; » ce que l'auteur n'y tient pas.

lais ces hypothèses, l'auteur les change par l'expérience suivante : « Si dans la verticale du corps, les yeux regardant terre, on élève rapidement la vue vers ayant soin de fixer aussitôt un point, afin puisse rester pendant quelque temps la même position, on voit toutes ces rangées se descendre et passer successivement le point visuel, jusqu'au moment où, le étant arrivé au point le plus déclive se atteindre, ces globules restent en bougent plus. Si, ajoute-t-il, au lieu d'un mouvement rapide d'élévation au contraire, on le dirige, doucement et sans vers le ciel, rien de semblable n'a lieu, le cristallin ou le corps vitré ont eu le céder à leur poids, et de prendre leur pendant que l'œil s'est ainsi lentement les deux expériences sont empreintes de gèreté qui a imprimé son cachet à cette de tel ne s'offre à l'observateur, et plus variable que ce que l'auteur a en-décrire. Les gouttelettes qui tapissent la e ont un poids comme toutes les goutte-euses; quand vous les avez soulevées ivement de la paupière supérieure, elles : haut en bas, jusqu'à ce qu'elles soient ur le bord de la paupière inférieure. Là horte s'arrête, les rangs supérieurs sou-les inférieurs, à la hauteur de la cornée ite, et cela jusqu'à ce que leur nombre par l'évaporation. Mais tout cela variera on et en durée, selon que les globules ont avoir à passer sur la portion la plus la cornée transparente ou dans le voi-es bords; selon que leur cohorte sera reuse, que la couche humide aura plus, etc., etc. Le mouvement de l'œil et rps lui-même n'auront aucune part à ce ».

our compléter la démonstration, l'au-ésente à nous dans une posture plus :; il étend un tapis sur un plan incliné, les pieds en haut et la tête en bas (ne, de manière que le point le plus déclive resonde à la voûte de l'orbite : « Dans-il, lorsque, après avoir fixé mes yeux elque temps vers le point placé au-ia tête (qui est également le point placé le ses pieds), je les ramenaï vivement irection de mes pieds, je voyais les es de globules se diriger dans le sens leur, qui se trouvait alors du côté de

ma tête. » Ainsi, d'après l'auteur, les globules de la circulation obéissent aux lois de la pesanteur, et se portent toujours en bas. Mais alors, pourquoi la nature nous a-t-elle placé le cœur et les poumons si haut? et pourquoi le sang nous monte-t-il à la tête? C'est que la circulation de l'œil, sans doute, n'est pas la même que la circulation des autres parties du corps! En vérité, il faut que le *Journal des Débats* soit une grande puissance pour que ses rédacteurs aient le droit de penser, d'écrire, de lire à l'Institut et d'imprimer de pareilles choses impunément! Eh! sans doute, ces globules obéissent à la loi de la pesanteur, comme vos larmes qui coulent sur vos joues quand vous êtes debout, et sur votre front quand vous pleurez la tête en bas et les pieds en l'air, dans l'intérêt de la démonstration.

1746. Mais l'auteur a répondu, dans sa thèse, à l'objection que Ribes lui fit, après nous, à la publication de sa première note. « Ces globules, dit-il, ne peuvent être attribués aux larmes, puisque, d'une part, l'inspection microscopique n'en fait pas découvrir dans cette humeur, et que, de l'autre, les globules dont je parle ont un ordre et un arrangement constants qui ne peuvent être changés par le frottement des paupières. » L'auteur n'a sans doute jamais pleuré de sa vie, ce qui paraîtra infiniment probable, quand on saura que l'auteur n'a jamais été du parti des opprimés; car tous ceux qui ont eu le bonheur de verser une seule fois des larmes, doivent se rappeler avec quelle profusion ils voyaient de gros globules. Mais ce qui est encore plus certain, c'est que l'auteur n'avait pas, en écrivant ces lignes, la moindre idée des effets de la réfraction. Il aurait su, autrement, qu'un liquide sans globules peut fournir à la vision un grand nombre de globules, en s'attachant à une surface transparente sous forme de petites lentilles; et ce n'est pas sous une autre forme que l'humeur qui lubrifie les parois de la conjonctive s'est jouée de la sagacité à tête bêche de notre expérimentateur. Secondement, les paupières ne frottent pas toujours contre la conjonctive, quand elles se soulèvent; il reste entre elles et cette surface de petits intervalles dans lesquels l'humeur lubrifiante échappe au frottement. Pour protéder à coup sûr à l'expérience, il est nécessaire d'appuyer légèrement le doigt sur la paupière qui se meut; on voit alors à chaque mouvement que les globules s'arrangent dans le sens du mouvement lui-même.

1747. Nous avons peut-être attaché une trop grande importance à la réfutation de pareilles as-

sations. Mais comment faire, quand tous les huit jours la haute protection de la publicité académique et de la publicité périodique est accordée à des lectures de cette force-là ? On dirait que ces gens-là sont payés pour déprécier, dans l'esprit des hommes sévères, l'introduction du microscope dans l'étude des sciences positives. Force nous est donc de déposer de temps en temps la plume qui démontre, et de reprendre le fouet qui corrige.

### 5<sup>e</sup> Organe de l'ouïe.

1748. Le nerf optique s'épanouit à son extrémité pour percevoir la lumière; le nerf auditif s'épanouit à son tour pour percevoir les sons. L'œil est un appareil destiné à faire converger les rayons lumineux vers le nerf optique; l'oreille est l'appareil destiné à faire converger les rayons sonores vers le nerf auditif, qui est le siège de la perception du son. Si la perception est identique chez tous les animaux, l'appareil de l'audition doit varier dans sa structure et ses dimensions, en raison du milieu dans lequel l'animal est condamné à vivre, de ses habitudes et de ses mœurs. L'oreille externe s'allonge en un long cornet, mobile dans tous les sens, chez les quadrupèdes qui, vivant seuls dans les bois, sans défense et toujours sur le qui-vive, ne trouvent d'autre salut que dans la fuite, devant des ennemis qui courent aussi vite qu'eux, et qui partant, pour échapper au danger, ont besoin de prendre les avances et d'entendre de fort loin. Ce long cornet s'aplatit en un cartilage presque immobile chez les animaux qui, vivant en société et toujours fort près les uns des autres, entendraient tout trop fort, s'ils avaient, pour recueillir le bruit et les sons du langage, un aussi long cornet acoustique que les autres mammifères. Ce cornet disparaît entièrement chez les oiseaux qui voyagent dans les régions les plus agitées de l'air, dans la région des tempêtes; chez les poissons, que frôlent les flots qui se heurtent en mugissant; chez les mollusques, dont la coquille est déjà par elle-même un appareil d'audition, mais un appareil incommode, qui prête à tous les sons les caractères d'un murmure vague et monotone.

1749. Chez l'homme, le cornet de l'oreille s'aplatit contre la surface postérieure de la tête; il prend le nom de pavillon. Les muscles qui le font mouvoir, chez les autres animaux, sont réduits à des dimensions très-faibles chez l'homme, en sorte que le pavillon est condamné à la plus complète immobilité. On y distingue cinq éminences principales, que l'on désigne sous les noms d'*hélix*, d'*anthélix*, de *tragus*, d'*antitragus*, et de *lobule*,

qui est la portion inférieure et molle de cartilagineux. Trois cavités principales éminent entre elles, celle de l'*héliculaire*, et la *conque*, qui est immédiate du conduit auditif. Ce conduit jusqu'à un pouce de long chez l'adulte mine à la *caisse du tympan*, pour la membrane qui sépare l'oreille externe moyenne. La *caisse du tympan* est fermée par la membrane du *tympan* s'attache une petite chaîne composée d'osselets, désignés sous les quatre noms de *marteau*, d'*enclume*, de *lenticulaire*, qui vient s'attacher à la *fenêtre ovale*. Le *nerf auditif* arrive à la caisse du tympan, par le *canal d'Eustache*, ou conduit guttural, pour lancer la pression atmosphérique qui agit sur la membrane, par le conduit auditif. Le *tympan* est suivi du *labyrinthe*, qui est une cavité osseuse en spirale, et dont la capacité est séparée en deux compartiments par une cloison membraneuse, en deux cornues qu'on appelle *rampes* du limaçon, l'externe, communique par la fenêtre la caisse du tympan, et l'autre, l'intérieure, est dans le vestibule. Après le limaçon on trouve deux demi-cercles, dont deux horizontaux et deux verticaux, que l'on nomme *canaux semi-circulaires*; leurs extrémités aboutissent à une cavité centrale où viennent s'aboucher les canaux précédents, la caisse du tympan par la fenêtre ovale, la rampe interne du limaçon, l'oreille interne par un grand nombre d'ouvertures. Toutes les cavités que l'on peut énumérer, sont pratiquées dans la substance du *rocher*. Le nerf auditif se distribue en nombreuses dichotomies dans le *labyrinthe* et il tapisse par ses papilles toutes les surfaces internes.

1750. Le son n'est pas seulement de car nous percevons les chocs de la boîte, nous entendons les battements d'une puyée sur nos dents. Les théories fondées sur les ondes sonores, nous donnent des annonces des solutions du problème; elles nous aident à analyser les vibrations, mais la perception de l'ouïe; nous y reviendrons dans le deuxième volume, où nous entrerons dans certains développements, que suppose l'étude que nous avons à dire de l'audition.

1751. De même que l'industrie humaine a inventé un supplément à la vue, en regardant artificiellement, et avec une admirabl

l'œil ; de même il s'est trouvé qu'après avoir connu la structure de l'oreille, on a pu construire, pour favoriser l'audition des sons, des appareils entières analogues à celui dont l'anatomie a surpris la structure à l'intérieur de cette portion de la tête que l'on désigne sous le nom de

*fondamentale des cinq organes des sens entre eux.*

L'anatomie ne tient compte que des dimensions et des formes ; l'analogie ne s'attache qu'à la structure essentielle et à l'origine du développement, quelles que soient les dimensions et les formes extérieures de l'organe.

On voit que le globe de l'œil des animaux se adapte aux proportions d'un animal de quelques millimètres de diamètre, il n'en sera pas moins compliqué dans sa structure, mais on ne nous apparaîtra que comme un organe de plus grande simplicité ; il sera alors en tous les rapports avec une papille de perception. Mais, après avoir suivi l'anatomie du *maximum* au *minimum* de développement par la pensée en sens contraire, on ne pas devant l'idée de voir dans la structure de la papille nerveuse, un organe d'une structure aussi compliquée, en son genre, que l'œil de l'animal le plus développé ; chaque organe a ses sens, qui modifie ses fonctions, selon les circonstances où elle parvient à se mettre en rapport avec l'air extérieur, afin de développer les impressions, celle qui peut se développer avec la nature du fluide qu'elle élabora. On voit parfaitement concevable qu'un sens puisse substituer à un autre et en réparer en l'absence ; qu'une papille destinée, dans l'état normal, à percevoir telle impression, puisse tout à coup de manière à percevoir une autre voisine ; et il ne répugne pas plus à supposer des animaux, dont tout le système ouvert d'organes de la vision, que l'œil, dont toute la périphérie, ainsi qu'on démontrera plus bas, n'est qu'une membrane. Mais si ce phénomène peut être que capable de se présenter à l'état normal, il ne doit pas me répugner de supposer qu'il se reproduire dans un état anormal. On voit établi, dans nos observations d'histoire naturelle, que ce que la nature a créé dans l'état normal, elle le reproduit souvent dans une

autre ; nous appelons ces créations insolites des anomalies, des aberrations, des *monstruosités*. Si donc il est démontré qu'elle ait donné à certains êtres des milliers d'yeux, et qu'il me soit permis de pousser à l'infini le nombre d'yeux, dont elle a la puissance de couvrir la surface du corps, il doit m'être également permis de supposer un cas extraordinaire, où un être, qui habituellement ne possède que deux yeux, acquiert tout à coup, par une nouvelle circulation du fluide qui éclaire, des myriades d'organes voyants, et même que toutes les papilles du toucher soient dans le cas de transmettre à mon cerveau l'impression des ombres et de la lumière, c'est-à-dire l'impression des images ; que le toucher de l'aveugle, enfin, ait le sentiment des couleurs, tout autant que celui des accidents de surface, et que le somnambule voie distinctement en fermant les yeux. Or nous avons des exemples incontestables de l'un et l'autre phénomène ; il nous manquait seulement l'explication du fait.

7<sup>o</sup> *Sensibilité.*

1753. Les physiologistes de l'école académique ont procédé à de nombreuses expériences sur la sensibilité, avant de s'être fait une idée rigoureuse de ce mot. Nous les voyons constater qu'un nerf est ou n'est pas sensible, selon que l'animal témoigne ou non de la douleur, à l'instant où le nerf subit la piqure d'une pointe ou une solution de continuité. C'est-à-dire qu'ils n'ont compris, sous le nom de *sensibilité*, que la sensibilité de l'organe du tact ; et sous le nom de sensation expérimentale, que l'impression du frottement ou du déchirement, d'une solution enfin plus ou moins considérable dans la continuité des tissus. Au reste, ce n'est pas avec une discussion plus profonde, que nos physiologistes se livrent à l'expérimentation ; l'un d'eux s'élève hautement contre la logique, en prenant parti pour la voie expérimentale ; comme si la logique n'était pas le flambeau de l'expérimentation.

1754. La *sensibilité* sera pour nous la propriété, que possède un ordre de nerfs, de recevoir une impression extérieure et d'en transmettre la sensation au cerveau. Chaque ordre de nerfs aura donc une sensibilité spéciale, mais tout nerf présentera deux régions différentes, deux sortes de structure, et deux sortes de propriétés ; par son extrémité il recevra les impressions ; par tout le reste de sa longueur, il transmettra les impressions à la masse encéphalique ; dans son tubercule

terminal, il sera organe ; dans sa tige, il sera véhicule de la sensation ; dans l'un il sera sensible, et dans l'autre simple conducteur inerte. Car si la tige était douée d'une certaine sensibilité, la sensation serait arrêtée au passage, absorbée, avant d'arriver au foyer de la pensée et de la perception. Si vous piquez un animal à l'épiderme, il éprouvera une douleur, qu'il ne ressentira nullement si vous le piquez sur le trajet des nerfs qui se dirigent à l'épiderme. Car l'animal ne peut sentir que par un organe, et le cordon nerveux n'est pas un organe, mais une simple communication établie entre des organes. Le nerf optique ne voit pas, mais il transmet la vision ; à plus forte raison si vous le piquez, il ne sentira pas, non-seulement parce qu'il ne se termine pas par un organe du tact, mais encore parce que même alors il ne serait qu'un véhicule et non l'organe papillaire du toucher. Il est inutile d'inviter les physiologistes partisans des piqûres, à ne pas titiller la rétine, puisque définitivement elle est déchue du rang d'organe de la vision. Le nerf auditif ne sentira pas non plus la piqûre, parce que le nerf auditif ne doit transmettre que des sons et non des douleurs, et ensuite parce que, comme le nerf optique, il est véhicule et non organe. Le cerveau, le foyer des perceptions, est insensible aux sensations qui affectent le toucher ; car il n'est pas organisé pour être en communication avec les corps extérieurs, mais pour combiner les impressions qui lui affluent des extrémités de toutes les fibrilles nerveuses. Que si vous trouvez certains nerfs sensibles avant leur terminaison, examinez bien tout autour, et vous découvrirez des ramifications nerveuses qui se distribuent en papilles du tact, sur la surface que la pointe parcourt : en sorte que vous serez exposés à attribuer au tronc nerveux une sensibilité pour la douleur, qui est le fait d'organes papillaires trop petits pour être vus par l'expérimentation, dont la logique ne dirige pas le scalpel. Ne placez donc plus la résolution des problèmes les plus importants et les plus subtils de la vie, au bout de la pointe d'une aiguille qui gratte ; et interrogez un autre oracle que la physionomie stupide d'un animal qui grimace, et n'exprime d'une manière un peu intelligible d'autre sensation que celle de la torture.

Dans le deuxième volume de cet ouvrage, nous reprendrons la question d'après d'autres errements.

### § III. *Composition chimique de la substance cérébrale.*

1755. La première analyse que nous possédons du cerveau de l'homme est due à Vauquelin : il a trouvé que cet organe se composait de 80,0 d'eau ; 4,55 de matière grasse blanche ; de matière grasse rouge ; 7,0 d'albumine ; d'osmazôme ; 1,5 de phosphore ; 5,15 d'un mélange de sel marin, de soufre, de phosphate de potasse, de chaux et de magnésie.

1756. Mais le résultat de cette analyse, qui rapporte à celle de John sur le cerveau du cerf, paraît une analyse-modèle, ne doit pas être considéré que comme un produit de nos anciennes méthodes ; et l'analyse d'un tel organe de l'être animé est encore à faire, mais c'est d'après d'autres errements qu'il y faut procéder.

1757. Qu'est-ce, en effet, que cette matière grasse rouge, par rapport à la matière blanche ? N'y a-t-il pas, dans la première et la seconde, une certaine proportion et mélange ? Il suffit de lire l'analyse de Vauquelin pour être en droit de le soupçonner. En effet, la matière grasse blanche s'obtient, par précipitation, de l'alcool à 56°, dans lequel on a fait bouillir à plusieurs reprises le cinquième volume de substance cérébrale. La matière rouge au contraire s'obtient en évaporant la solution aqueuse de bouillie, la solution aqueuse de matière grasse blanche, lavant avec de l'eau pour enlever l'osmazôme. Ces deux matières grasses ne diffèrent que par leur coloration. Je renvoie sur cet sujet à l'article des huiles et graisses.

1758. Je ne m'occuperai de l'osmazôme qu'autant qu'il sera nécessaire en parlant des substances organisatrices.

1759. Mais je m'arrêterai plus spécialement sur le phosphore que Vauquelin regardait comme existant à l'état libre, dans le cerveau. En séparant l'une et l'autre matière grasse, il a trouvé un acide que l'on reconnaît pour de l'acide phosphorique ; c'est cet acide qui, en se combinant avec toutes les particules de la substance charbonnée, s'oppose à sa complète incinération, si l'on a soin de laver de temps en temps le charbon. Vauquelin concluait que le phosphore n'existe dans le cerveau, ni à l'état d'acide libre, ni de phosphate d'ammoniaque, de ce que 1° leur incinération ces substances ne rougissent le tournesol, et 2° de ce qu'une solution de potasse n'en dégage pas de l'ammoniaque. La première raison est péremptoire ; mais il n'y a pas de doute que la seconde ne le soit également.



est péremptoire ; mais il n'en est de la seconde. Car nous avons vu le caustique agit à chaud sur les paniques, en se combinant avec les ur décomposition (1292). Or, si la unique se trouve mélangée, à l'état bien combinée avec un phosphate, il arrivera sans aucun doute que dégagera plus l'ammoniaque du comme elle l'aurait fait, si ce sel dissous dans un liquide non dé- r l'alcali caustique ; mais que, par ble décomposition, l'ammoniaque l'acide organique de la potasse, s que celle-ci se portera sur l'acide L'ammoniaque que la potasse ne l'incinération la dégage ; et l'acide que l'on retrouve alors n'est que liberté par la volatilisation de sa

nelles allongée et spinale, d'après ur, contiennent plus de matière d'albumine, d'osmazôme et d'eau. contraire, contiennent beaucoup re grasse, beaucoup plus d'albu- : grasse analogue à l'adipocire. La nerfs, telle que nous l'avons obser- : plique suffisamment la prédomi- umine ; car ce produit représente -seulement du tissu cellulaire qui rs troncs nerveux, mais encore des ues propres, dont est formé cha- cs.

es nerfs présentent deux circon- est bon de signaler : 1<sup>o</sup> un nerf lui-même sur une lame de verre, ec, se dessèche sans se putréfier. substance cérébrale se putréfie en eures ; 2<sup>o</sup> le nerf une fois desséché ctères physiques de la substance gles et des poils, et autres corps ant aux rapports chimiques, ces nt pas assez pour faire repousser

Cette deuxième observation me de en physiologie. Au reste, c'est un cylindre isolé de nerf (1607) que re faite ; c'est là qu'on aura, à l'état de pureté, la substance nerveuse.

que les nerfs sont de si bons con- tricité, qu'on peut réveiller la sculaire d'un membre privé de la passer le courant voltaïque dans x.

1763. La méthode ancienne meurt, mais elle ne se rend pas. Là critique que nous avons faite, dans notre première édition, des analyses de Vauquelin relatives à la composition chimique du cerveau, bien loin d'avoir été un avertissement utile pour les chimistes de nos jours, nous a donné un travail bien plus extraordinaire que celui du membre de l'Académie. Le 30 juin 1834, Couerbe a présenté à l'Académie des sciences les résultats de ses recherches sur la nature du cerveau.

1764. « D'après lui (\*), la matière cérébrale, vue au microscope d'un fort grossissement, paraît composée de globules légèrement elliptiques ; mais la substance grise présente constamment ces globules plus gros que la substance blanche. Du reste, ajoute-t-il, ces globules sont coagulables par les acides, comme ceux du lait, du sang, et d'un grand nombre d'autres substances. » Depuis la publication de nos premiers travaux, et surtout depuis celle du *Nouveau système de chimie organique*, les chimistes ont pensé qu'ils donneraient une certaine sanction à leurs expériences de laboratoire, en les faisant précéder de quelques signalements pris au microscope. Mais ils s'acquittent de ce soin sans trop paraître en avoir compris l'importance ; c'est une mode à laquelle ils sont forcés d'obéir, plutôt qu'un devoir d'observateur qu'ils remplissent. Ils s'assurent s'ils voient des globules, et les décrivent ensuite, d'après les formules imprimées plutôt que d'après des expériences qui leur soient propres ; et tout cela, à l'impression, a l'air d'être vrai, parce que tout cela forme une phrase. Les globules se montrent dans toutes les substances organiques que l'on observe au microscope. C'est aux réactions sagement conduites, qu'il appartient de décider de leur nature et de leurs caractères. Or nous trouvons, dans les caractères que l'auteur assigne aux globules par lui observés, des circonstances qui nous démontrent que l'auteur les a définis d'imagination :

1<sup>o</sup> D'abord des globules ne sauraient être coagulables ; car pour se coaguler, il faudrait qu'ils fussent liquides, ce qui est contradictoire dans les termes. Ils peuvent être susceptibles de se déformer, de se contracter, de devenir opaques ; mais, par cela seul qu'ils sont globules, ils sont déjà coagulés.

2<sup>o</sup> Dans le lait, il existe deux sortes de globules, des globules albumineux, que les acides font contracter, et des globules oléagineux, que

(\*) *Journal de Pharmacie*, tom. X, p. 524.

les acides dissolvent et saponifient. Il n'est donc pas exact de comparer les globules du cerveau aux globules du lait, qui sont de deux sortes.

3° Il n'est pas vrai que les globules de la substance grise soient constamment plus gros que ceux de la substance blanche, et nous pouvons faire varier le volume des uns et des autres à l'infini, selon que nous procéderons d'une façon ou d'une autre à l'expérience, selon que nous observerons la substance du cerveau seule ou plongée dans une nappe d'eau.

4° Enfin la substance oléagineuse domine dans le cerveau; or la substance grasse se distribue dans l'eau qui la recueille au sortir d'un organe, en myriades de globules de toutes les formes et de toutes les dimensions; les globules dont parle l'auteur sont donc des gouttelettes oléagineuses; ils n'avaient rien d'organisé, et parlant n'affectaient ni forme ni dimensions invariables. Avis à ceux qui recherchent avec tant d'importance les globules. Mais ce n'est là que le *proemium* du travail de l'auteur.

1765. D'après lui, le cerveau contient six substances principales, également étranges, et par la nature de leur composition, et par les dénominations qui les désignent. La pensée résiderait donc dans un mélange de *stéaroconote*, de *cérancéphalote*, d'*éléancéphol*, de *cérébrote*, de *cholestérote*, et de *névritéine*, plus des corps trouvés par Vauquelin : acide lactique, soufre, phosphore.

La *stéaroconote* de l'auteur serait une matière grasse, de couleur fauve, insipide, donnant par la combustion un charbon acide; elle serait *insoluble dans l'alcool et l'éther*, soluble dans les huiles grasses et volatiles. L'acide nitrique la dissout après quelques instants d'ébullition. Elle reparait avec l'apparence d'une graisse blanche, acide, soluble dans l'alcool bouillant, et cristallise alors en petites lames semblables à celles des acides margarique et stéarique.

La *cérancéphalote* (cire du cerveau) serait solide, brune, insoluble dans l'alcool et dans l'eau, soluble dans 25 parties d'éther froid, se ramollissant par la chaleur sans acquérir une fluidité parfaite; desséchée, elle serait élastique comme le caoutchouc.

L'*éléancéphol* serait liquide, rougeâtre, d'une saveur désagréable, soluble en toutes proportions dans l'éther, les huiles douces et volatiles, et dans l'alcool; à l'aide de la chaleur, cette matière dissout assez bien les autres matières du cerveau, qui lui donnent de la consistance.

La *cérébrote* reviendrait à la *matièrè blanche* de Vauquelin, et à la *myrtiline* de Kuhn; mais Vauquelin la disait fusible; elle l'a trouvée infusible: elle est soluble dans l'eau bouillante, et peu dans l'alcool froid. L'acide de potasse ne la saponifie pas.

La *cholestérote* grasse, cristallisable un peu, d'après l'auteur, de la cholestérine.

La *névritéine* est la masse fibreuse qui reste après la macération de cérébrale dans l'alcool à 40° et dans l'éther.

L'analyse élémentaire lui a fourni le suivants :

	Éléancéph. et stéarocon.	Cérancéphal.	Cérébrote.
Carbone . .	59,832	66,362	67,818
Hydrogène .	9,246	10,034	11,100
Azote . . .	9,352	3,250	3,399
Soufre . . .	2,030	1,959	2,138
Phosphore .	2,420	2,544	2,332
Oxygène . .	17,120	15,851	13,213
	100,000	100,000	100,000

1766. Par un résultat qui certainement de la plus haute importance en pharmacologie Couerbe avait découvert que le cerveau contenait plus de phosphore que le cerveau normal. Mais tout à coup Lassaigne a trouvé tout le contraire (\*).

1767. Il serait difficile d'expliquer pourquoi l'auteur est arrivé à des résultats d'une précision extraordinaire; il aurait fallu à côté de lui pour surprendre chaque substance pour ainsi dire à la filière. On peut remarquer tout d'abord une lacune au milieu d'un travail du reste si bien évidemment l'auteur aurait dû nous donner les proportions selon lesquelles chacune des substances rentre dans la composition du cerveau après nous avoir appris, avec la précision décimale, dans quelles proportions chacune renferme de l'hydrogène, du carbone, du phosphore et de l'oxygène. C'est un oubli essentiel et qui mérite nos regrets; car, la main et avec la connaissance du procédé nous aurions eu le moyen d'arriver à des conclusions sur les capacités intellectuelles, par la comparaison des proportions de *cérébrote*, de *stéaroconote*, d'*éléancéphol*, de *cholestérote*, de *cérancéphalote*, de *névritéine* enfin, qui rentrent dans la composition chimique du cerveau à l'autopsie.

(\*) Journal de Chimie médicale, t. Ier, 2e série

dis en attendant la réalisation de cette  
cutons la valeur de ces créations en  
e cerveau renferme deux substances  
, qui jouent un grand rôle dans l'or-  
animale, de l'albumine ou fibrine, et  
combinée, à un état plus ou moins  
plus ou moins intime, avec des sels  
eux, des sulfites, hydrosulfates et phos-  
ces hydrosulfates et ces phosphates  
pour base la chaux ou un alcali fixe,  
ant, par la connaissance des habitudes  
que ces sels ne seraient entrés pour rien  
composition élémentaire des substances  
dessus énumérées, et n'auraient pas  
la liste des éléments éliminés par l'a-  
utes ces substances grasses, au lieu  
e comme des composés senaires, au-  
ris leur modeste rang de composés  
837) parmi les huiles et les graisses.  
phosphate ammoniacal s'est décomposé  
bustion en azote et hydrogène gazeux,  
phosphorique fixe, l'hydrosulfate en  
, en soufre et en azote; et sans remonter  
par la logique, l'analyste, aussi scrupu-  
vateur que le physiologiste des résultats  
(1753), a pris note des nombres épars,  
un tout à sa manière.

Un autre côté, l'albumine et l'huile sont  
esque en égales proportions, dans les  
es alcalis. Or, s'il se trouve, dans la série  
ions de l'analyse humide (65), un acide ou

un alcali capable de dissoudre également l'albumine  
et l'huile, il se formera nécessairement un mélange  
de deux choses hétérogènes qui simulera une  
substance *suif generis*, qui sera liquide ou liqué-  
fiée à la même température, précipitable par les  
mêmes réactifs, soluble dans les mêmes menstrues,  
dans l'alcool et dans l'éther, selon les doses de  
l'acide qui servira de véhicule au mélange, mais  
de telle sorte qu'il arrivera aussi que l'un des  
deux éléments du mélange protégera l'autre con-  
tre l'action de son dissolvant naturel, une fois  
que l'acide qui leur sert de véhicule commun aura  
été saturé par une circonstance quelconque de la  
manipulation. Alors l'albumine soustraira une  
portion de l'huile à l'action de l'éther, en se  
coagulant et l'emprisonnant dans ses molécules;  
l'huile soustraira à l'action de l'eau toute la  
quantité d'albumine autour de laquelle elle viendra  
se déposer, en se précipitant par l'action de l'eau  
même. Et tous ces effets varieront dans de telles  
limites, qu'en vérité, si quelque chose nous étonne  
dans l'analyse qui fait le sujet de ces observations,  
c'est que l'auteur se soit arrêté à un nombre si  
petit de créations nominales, et qu'il n'ait pas  
poussé plus loin le cours de ses conquêtes. Quant  
aux chiffres de l'analyse, nous ne les considérons,  
pour nous servir d'une expression de la langue  
des peintres, que comme des *trompe-l'œil*. En un  
mot, l'analyse en entier n'est qu'un abus d'une  
fausse méthode; et son plus grand défaut est cer-  
tainement dans sa précision.



**NOUVEAU SYSTÈME**  
**DE**  
**CHIMIE ORGANIQUE.**



21. 10. 1944

22. 10. 1944

**NOUVEAU SYSTÈME**  
**DE**  
**CHIMIE ORGANIQUE**

**FONDÉ**  
**SUR DE NOUVELLES MÉTHODES D'OBSERVATION,**  
**ET PRÉCÉDÉ**  
**D'UN TRAITÉ COMPLET DE L'ART D'OBSERVER ET DE MANIPULER ,**  
**EN GRAND ET EN PETIT ,**  
**DANS LE LABORATOIRE ET SUR LE PORTE-OBJET DU MICROSCOPE ;**

**PAR**  
**F.-V. RASPAIL.**  
**TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE ,**

**ACCOMPAGNÉE**  
**D'UN ATLAS IN-4° DE VINGT PLANCHES DE FIGURES DESSINÉES D'APRÈS NATURE ,**  
**ET GRAVÉES AVEC LE PLUS GRAND SOIN.**

**TOME SECOND.**

*Il n'y a de petit dans la nature que les petits esprits.*  
*Mémoire sur l'Alcyonelle, 1827.*

---

**BRUXELLES ,**  
**SOCIÉTÉ ENCYCLOGRAPHIQUE DES SCIENCES MÉDICALES ,**  
**RUE DE FLANDRE , 135.**

**1849.**



---

# NOUVEAU SYSTÈME DE CHIMIE ORGANIQUE.

---

## DEUXIÈME PARTIE.

---

### SYSTÈME OU CHIMIE DESCRIPTIVE.

---

### DEUXIÈME SECTION.

(Suite.)

---

#### CLASSIFICATION.

( Suite.)

PREMIÈRE CLASSE. — PREMIER GROUPE. — DEUXIÈME DIVISION. — SUBSTANCES ORGANISÉES ANIMALES. — TROISIÈME GENRE (1548).

#### QUATRIÈME ESPÈCE.

##### Tissu osseux.

Par les observations auxquelles cette substance va donner lieu, sa place naturelle serait dans la deuxième classe de cet ouvrage *des tissus*. Mais par son importance comparée avec ceux qui précèdent, et pour l'absence des considérations sur l'organisation, par lesquelles je terminerai ce genre, la nécessité de la décrire ici.

Un os est une substance dure, blanche, moins compacte, inaltérable à l'air sec, dans l'eau froide, réductible en gélatine par l'action de la vapeur, et surtout dans la vapeur à Papin (1548), et donnant par la calcination des cendres de moitié de son poids de cendres, et de  $\frac{4}{5}$  de phosphate calcaire et de  $\frac{1}{5}$  de la même base. Certains os offrent, comme les *tables* aussi compactes que l'ivoire, une

portion plus poreuse, dont les mailles sont remplies de substance rougeâtre, et que l'on nomme *diploé*. En outre, certains autres présentent encore, dans le centre de leur cylindre, une moelle grasseuse qui en prend la forme. Les muscles sont les ressorts des os sur la surface desquels ils s'attachent; les vaisseaux en pénètrent la substance et y portent la vie.

#### § I. Organisation des os.

1772. Afin de pouvoir étudier la structure de l'os au microscope, il faut nécessairement se servir des os qui se développent sous forme de lames minces, et les prendre à leur premier état de développement. Soit, en effet, un des os du crâne d'un fœtus humain long de 12 centimètres, c'est-à-dire qui est arrivé environ au deuxième ou troisième mois de la gestation; j'en ai représenté un fragment pris sur ses bords (pl. 12, fig. 5). On y voit un réseau d'anastomoses imitant si bien des

vaisseaux, que, si l'on n'était pas averti, on ne manquerait pas de commettre cette méprise.

1773. Mais si l'on promène sur sa surface, à l'aide d'une pointe, une goutte d'acide hydrochlorique, on voit aussitôt des bulles d'acide carbonique parcourir l'intérieur des tubes anastomosés en réseau, et les parois de ces tubes s'affaisser peu à peu les unes contre les autres, en sorte que bientôt tout ce réseau s'efface, et qu'au lieu de ces anastomoses, on n'a plus sous les yeux qu'une membrane simple et homogène. L'incrustation du carbonate calcaire avait donc eu lieu sur toute la paroi interne de chacun de ces tubes; et ces tubes étaient encore creux, comme l'indiquent les bulles de gaz qui circulaient librement dans l'intérieur de ceux que l'acide n'a pas attaqués. Je n'émettrai donc pas une opinion extraordinaire, en considérant ce réseau comme un réseau primitivement vasculaire, qui s'est changé en un réseau osseux, par le dépôt opéré, sur ses parois, du sel calcaire que charriait le liquide de la circulation. Je ne m'occuperai de la cause qui a présidé à cette incrustation qu'en m'occupant des bases des tissus organiques (*deuxième classe*); je ne dois me livrer ici qu'à l'étude de cette organisation, c'est-à-dire à celle du mécanisme de l'accroissement progressif des os.

1774. Or, si l'on examine à cette époque la structure du crâne d'un tel *fœtus*, on aura lieu de remarquer que la portion supérieure de la boîte crânienne se compose extérieurement de sept cellules principales, dans chacune desquelles est logée une des lames osseuses qui représentent les deux os frontaux, les deux pariétaux, les deux temporaux et l'occipital : ces lames osseuses s'amincissent de plus en plus, en approchant des bords. Les sept cellules principales en sont ce que les anatomistes nomment le *périoste*. Mais, car il est important de le faire observer, on voit évidemment que chacune de ces sept lames osseuses tient, par un point médian de sa surface extérieure, à la paroi correspondante de sa *cellule périoste*, de la même manière que nous avons vu les *globules amylicés* et *adipeux*, tenir, par leur *hile*, à la paroi de la cellule qui les engendre (1001, 1491).

1775. La théorie de l'ossification étant démontrée par une expérience directe, et d'après le développement d'une forme d'os, doit être nécessairement vraie à l'égard du développement des os de toutes les formes. Or nous venons de retrouver la cellule génératrice imperforée de l'os, dans le périoste; nous avons vu que la masse osseuse tenait à ses parois par un point de sa surface, et

que c'est par ce point que s'alimente sa masse. Si maintenant cette cellule génératrice, cesse d'être pressée latéralement et par seulement de sa périphérie, qu'il puisse lopper soit en longueur et en forme d'os ou bien dans tous les sens et en forme de masse plus ou moins irrégulière; la masse, de sa vascularité osseuse, prendra les conditions d'un *humerus*, d'un *cubitus*, d'un *radius*, d'un *fémur*, d'un *tibia*, dans le premier cas; d'une *rotule*, d'un *calcaneum*, de la tibia dans le second cas; enfin selon les points qu'elle occupera dans l'organisation, selon les canaux qui resteront ouvertes à son développement, il variera de forme, de consistance et de position. Mais de même que les cellules osseuses sont susceptibles de s'associer en une masse osseuse par l'agglutination de leurs parois, de même les cellules osseuses, en se pressant mutuellement dans leurs points respectifs, seront dans le cas de se pénétrer, de se pénétrer et de former un seul os, en s'unissant paroi à paroi toutes les cellules qui débordront la masse, prendront la forme de *apophyses* ou d'*épiphyses*, selon qu'on apercevra ou non les traces de la soudure. On donne le nom de *symphyse* au point d'adhérence d'un os à un autre, dont on découvre les traces à l'œil ou du moins de souvenir marquer la place. Les grandes cellules ont autant de *symphyses* au moins qu'elles ont de faces; nous pouvons compter de protubérances sur la surface; seulement ces *symphyses* disparaissent à l'époque à laquelle il nous est impossible de prendre les diverses lignes de démarcation qui appartiennent à des cellules qui se pressent et s'ossifient à la fois, et qui s'étaient agglutinées à paroi avant leur ossification même.

1776. Pour concevoir le mode d'association des cellules osseuses, il n'est besoin que de continuer le plan d'organisation que l'on a vu dans l'os embryonnaire vient de nous faire connaître; c'est-à-dire d'admettre que la masse osseuse (pl. 12, fig. 5) est un emboîtement de cellules internes, comme elle est emboîtée elle-même dans une cellule périoste. Cela étant, et la masse osseuse étant une série décroissante de cellules, les cellules en dedans, et chacune de ces grandes cellules est un agrégat de cellules secondaires, toutes susceptibles du développement d'os; d'un autre côté, l'ossification est l'incrustation des sels calcaires sur les parois internes des canaux vasculaires de



mettons que les cellules (a) s'accroissent leur ; la circulation viendra peu à peu d'incrustations calcaires les parois du , n'étant que le dédoublement (1595) de ces cellules contiguës , aura dû s'allonger nécessairement avec les deux cellules elles-mêmes. Sur les canaux externes (1276) de la lame , on sur les canaux à une époque où ils offriront des incrustations , l'une , la plus ancienne , qui sera restée , et l'autre , celle de nouvelle formation , dénuée d'incrustations , se confondra , par sa consistance , avec le pourtour du canal même ; en sorte que la portion intérieure du canal débordera la lame , sous forme d'épave et d'anfractuosité. A mesure que les masses osseuses se développeront par leur canalicule , elles se rapprocheront les unes des autres par leurs bords ; et il se trouvera un moment où elles se pénétreront intimement , de sorte que le développement de l'une ne pourra avoir lieu que dans les anfractuosités de l'autre , et *vice versa* , ce qui formera le tissu anatomique désigné sous le nom de *suture*. Nous allons maintenant décrire le développement de l'embollement le plus externe ; le développement des embollements plus internes suit pas à pas et en même temps le développement de celui-ci , sur lequel se fait le développement de celui-là , par lequel l'embollement est lent tous , pour ainsi dire ; et c'est par l'action indéfinie de ce type que la lame s'accroît de sa largeur , tout en croissant dans les deux dimensions. Mais comme l'accroissement se fait autour d'un point central , par lequel la lame est débouchée avec le périoste , et que c'est la circulation , qui apporte l'incrustation , dans tous les sens , il se produira une divergence plastique , un rayonnement qui restera empreint sur la surface de la lame , et qui sera d'autant plus visible que l'os sera soumis plus jeune à cette étude ; et qu'on observe distinctement sur les os , surtout du jeune fœtus.

Chacun de ces rayonnements représente une série de cellules secondaires qui entrent dans la structure de l'embollement cellulaire , sur lequel se dessinent. Mais si le développement osseux s'était opéré dans une capacité limitée , et qu'il n'eût été gêné par aucune compression , chacune de ces rangées de cellules aurait pu se développer dans le sens du cylindre , elles se seraient toutes développées vers le centre , et par conséquent l'embollement offert , par une section perpendiculaire du cylindre , une tranche composée de

rayonnements analogues , quoique plus nombreux , à ceux qui se dessinent sur une tranche d'orange. Le développement osseux s'exécute dans ce cas , d'après les mêmes lois que dans le premier exemple , seulement le mode en est différent.

1778. Mais , comme les embollements s'engendrent à l'intérieur et par une série décroissante , il s'ensuivra que les embollements de ce cylindre les plus durs seront les embollements externes , car ils seront dans tous les cas les premiers en formation , les plus anciens en date , et partant les plus riches en incrustations calcaires , et que , d'un autre côté , et par la raison inverse , les embollements les plus internes seront les plus mous , les moins riches en incrustations , et les plus riches au contraire en substances organisatrices (856) ; ils formeront la moelle , qui se détache par la cuisson , en un cylindre graisseux , comme la moelle de certaines tiges végétales se détache d'un bloc à une certaine époque.

1779. De même que l'organe osseux est susceptible de développement , de même il est susceptible , ainsi que tous les autres genres d'organes , de décroître et de s'épuiser , de s'amaigrir enfin , c'est-à-dire qu'il peut s'épuiser au profit du développement des organes voisins , ou d'une élaboration anormale et dévorante ; ses cellules de gros calibre peuvent se vider de leurs sucs , et se réduire à leurs simples parois osseuses ; le tissu prendra alors le nom de *diploé* ; les parois membraneuses de ces cellules peuvent à leur tour se décomposer , en sorte qu'il ne reste que le réseau vasculaire osseux , qui présentera dès ce moment à la dissection ou au feutre osseux , ou de longs filaments solides , entre-croisés dans différents sens ou différentes longueurs. Enfin , si la circulation incrustante est acide au lieu d'être neutre , elle cessera d'incruster les parois , elle dissoudra les sels calcaires qu'elle déposait auparavant ; et au lieu d'engendrer l'ossification , elle ramollira les os déjà formés , elle ramènera la cellule osseuse à l'état d'une cellule molle ; ce phénomène prendra le nom de ramollissement des os , d'*ostéomalacie*.

1780. Puisque les os ne sont autre chose que des organes cellulaires qui s'incrusteront de jour en jour de sels calcaires , il est évident que l'on doit les trouver d'autant moins consistants qu'on les observera sur un sujet moins âgé ; et si l'on cherchait à appliquer des noms spéciaux aux diverses phases de cette consistance progressive , la nomenclature s'enrichirait sans fin à chaque nouvelle observation. Car l'os du fœtus est d'abord réduit aux caractères d'un cartilage flexible , qui devient

de plus en plus consistant, et cela par des nuances indéfinies, progression qui continue chez l'enfant, qui acquiert son terme le plus élevé chez l'adulte, et qui décroît chez le vieillard. Mais avant d'avoir les caractères du cartilage, l'os du fœtus offre, dans ses petites dimensions, ceux du ligament et du tendon.

1781. Observez que tout tissu, de quelque dénomination qu'il puisse être, est susceptible de devenir osseux, par suite du même travail qui préside à l'ossification des os normaux et proprement dits; les artères s'ossifient chez le vieillard; le cœur s'ossifie en grande partie dans une foule de maladies; bien d'autres tissus charnus s'exostosent dans des cas extraordinaires, et avec des caractères aussi variés que le sont les termes de la progression organisatrice qui ossifie. Chez les poissons, les os sont cartilagineux, et cela avec deux caractères de consistance, sur lesquels sont fondées les deux divisions des poissons à charpente osseuse et des poissons à charpente cartilagineuse. C'est-à-dire que, chez les uns, les os, plus cartilagineux que chez les animaux terrestres, le sont moins que chez les poissons désignés plus spécialement sous le nom de poissons cartilagineux. Chez certains animaux, nous voyons l'*aponévrose* externe du muscle (1563) revêtir les caractères du tendon, le tendon prendre celui du cartilage, et tous les muscles qui entourent le *tibia* des oiseaux (ce que l'on est à même d'observer à chaque instant sur les gallinacées) se terminer par tout autant de tendons ossifiés.

1782. Ce n'est donc pas par des caractères chimiques tranchés, que l'on est en droit d'établir une différence entre le ligament, le tendon, le cartilage et les os; car évidemment ces quatre sortes d'organes ne sont que quatre termes arbitrairement pris, sur la progression qui incruste de sels calcaires un tissu animal. Ce n'est pas même d'après les principes de l'anatomie comparée qu'il est permis de fixer ces différences; c'est simplement d'après les études de l'anatomie spéciale, et selon les rapports de position. En chimie, nous pourrions distinguer approximativement quatre phases d'ossification: la première, qui affecterait le caractère flexible, quoique résistant, du *ligament*; la seconde, le caractère élastique, mais moins flexible du *tendon*; la troisième, le caractère croquant et cassant du cartilage; et la quatrième et dernière, le caractère de dureté et de compacité inflexible de l'os; et entre ces quatre jalons, l'observation est dans le cas de placer des

milliers de nuances. Sous le rapport : nous donnerons le nom de *ligament* qui unissent deux os ensemble, qui tous leurs mouvements sans en provoquer les retiennent emboîtés l'un dans l'autre tant l'un sur l'autre; dont l'uniquenfin, est d'empêcher les déplacements leviers de la locomotion. Le *tendon* ment qui unira le muscle à un os quel sera l'aponévrose revêtant les caractères d'un cordon ligamenteux; le *cartilage* sera osseuse, moins dure que l'os, d'un tissu quoique plus flexible, recouvrant et coussinet les surfaces qui supportent ment continu, unissant deux systèmes que le jeu des viscères internes tend à rapprocher alternativement l'un de des oscillations régulières et continues ment sert de charnière, le *tendon* de che, le *cartilage* de coussinet. Mais répétons, la chimie actuelle est incapable de déterminer la ligne de démarcation qu'il y a entre diverses ossifications entre elles.

1783. Peut-être est-il permis d'entrevoir une solution du problème est dans le cas de verser dans l'excès de la combinaison des os sur leur incrustation, et réciproquement à-dire que le cartilage pourrait être let dont la membrane serait moins incrustée de carbonate calcaire, mais combinée (855) avec une grande quantité de phosphate de chaux; l'os proprement dit serait le cartilage, la combinaison organisée du tissu animal avec du phosphate de chaux, incrustée de plus d'une quantité de carbonate de chaux qu'y indiquent approximativement l'analyse. On peut ramener l'os le plus compacte à la consistance du cartilage, en le laissant macérer dans l'acide phosphorique étendu d'eau, qui dissout le carbonate calcaire incrusté (1273), et attaque à son tour le phosphate calcaire, que je suppose comme formant la base du tissu organique. Nous nous arrêtons sur ces idées en nous occupant seulement des bases terreuses des tissus.

## § II. Examen des analyses chimiques qui ont eu pour objet l'étude des espèces d'ossifications ci-dessus mentionnées.

1784. OS PROPREMENT DIT. — La dissolution du phosphate de chaux dans la substance

Gahn. Scheele révéla, en 1771, au public la communication qu'il en avait ; il annonça en même temps la découverte du fluorique à l'état de fluorure. Trente ans plus tard Morichini renvoya fossile et l'émail des dents. Berzelius (1800 et 1807) trouvèrent le phosphate de magnésie, de l'alumine, de l'oxyde de fer et de l'oxyde de chaux. Le carbonate de chaux y a été découvert à l'époque qui appartient aux temps de la découverte du phosphate de chaux, d'après Berzelius. Le phosphate de chaux, d'après Berzelius, est un degré tout particulier de la formation dont la formule atomistique est  $\text{Ca}^{2+} + 3 \text{P}^{3-} \text{O}_5$  ; sel que l'on obtient en précipitant le phosphate de chaux de la solution de l'ammoniaque. Mais, de même que dans les autres circonstances, les chimistes ont raisonné sur ce qui se passe dans la nature à partir des résultats artificiels de la manipulation. Ils ont interprété les phénomènes de la calcination d'après les produits de la désorganisation des os est devenu un sous-phosphate de chaux et d'une formule théorique particulière. En effet, pour obtenir l'acétate des os et en déterminer les proportions, on commence par attaquer les os calcinés avec du vinaigre distillé, qui est censé dissoudre le carbonate calcaire insoluble, en laissant en acétate de chaux qui est soluble. On dissout ensuite le résidu, au moyen de l'acide nitrique étendu, qui est censé ne dissoudre que le phosphate de chaux ; on filtre la solution et on dépouille de tous les débris qui ne sont pas entièrement désorganisés ; on précipite l'ammoniaque dans le liquide ; le précipité est censé prouver la présence de ce réactif est censé prouver le phosphate de chaux, précisément comme la calcination où il existe dans les os, à l'état de sous-phosphate de chaux  $\text{Ca}^{2+} \text{P}_2 \text{O}_5$ . Mais tout cet échafaudage de chimie croule, dès qu'on cherche à expliquer la formation de l'acide acétique sur les os. La théorie admet que l'acide acétique est formé par le carbonate calcaire qui existe dans les os, mais que l'acide hydrochlorique ne saurait agir que sur le phosphate à l'état de solution. Mais s'il arrivait que le phosphate de chaux se trouvât dans les os, comme la terreuse (855), avec la substance calcaire, les parois de laquelle le carbonate est simplement incrusté, il s'ensui-

vrait que la calcination, en éliminant les éléments gazeux qui forment la substance organique, déposerait le phosphate de chaux comme une couche imperméable sur la majeure partie du carbonate de chaux, c'est-à-dire sur toute la quantité dont se seraient tapissés les canaux les plus ténus (1273), ceux dont la calcination aurait le plus facilement obstrué les orifices. Or alors même qu'on ne serait pas porté à admettre cette hypothèse comme étant l'expression de la réalité, il serait impossible de ne pas convenir que le phosphate de chaux occupe une région différente de celle qui est dévolue dans l'organisation des os au carbonate calcaire ; et cela suffit pour arriver au même résultat théorique, c'est-à-dire pour conclure que la calcination emprisonne une grande partie de carbonate calcaire ou au moins de chaux calcinée, dans les molécules agglomérées du phosphate de chaux. Cela étant, l'acide acétique, qui ne dissout pas le phosphate, ne saurait par conséquent atteindre et dissoudre le carbonate alcalin que le phosphate recouvre. L'acide hydrochlorique, qui sera destiné à attaquer le phosphate, dissoudra donc en même temps le carbonate qu'il aura éliminé, le liquide acide renfermera donc en même temps du phosphate de chaux, de l'hydrochlorate de chaux et même du carbonate en dissolution, que l'acide étendu n'aura pu attaquer. Or l'ammoniaque, en s'emparant de l'acide hydrochlorique en excès, qui sert de dissolvant à tous ces sels, précipitera donc non-seulement le phosphate de chaux, mais encore la chaux qui servait de base et au carbonate, et à l'hydrochlorate, et même à l'acétate. Ce sera donc un mélange de phosphate de chaux et de chaux à divers états. Quand donc on cherchera à déterminer les proportions des divers éléments de ce sel, si l'on ne tient compte de ces principes, on attribuera au phosphate toute la quantité de chaux qu'on aura isolée de ce mélange, on aura donc un sous-phosphate de chaux avec un grand excès de chaux.

1785. Pour déterminer les proportions de magnésie, on dissout les os calcinés dans l'acide nitrique, on sature la dissolution par l'ammoniaque, sans la troubler, on précipite l'acide phosphorique par l'acétate de plomb ; on filtre la liqueur, on en sépare l'excès de plomb par le gaz hydrosulfurique, on sature avec l'ammoniaque, et on verse dans le liquide de l'oxalate d'ammoniaque qui en sépare la chaux ; on filtre de nouveau la liqueur, on l'évapore à siccité, on calcine la masse dans un creuset de platine. Le résidu est de la magnésie, mêlée aux traces d'oxyde de fer et de manganèse

que les os peuvent contenir, et dont il est si facile de reconnaître la présence au moyen des réactifs (102, 698); l'existence de l'alumine et de la silice dans la structure des os est encore douteuse. Quoiqu'il en soit, ce procédé est trop compliqué, pour que le résultat définitif soit en état de représenter toute la quantité, et rien que la quantité de magnésie qui existe dans les os.

1786. En résumé on calcine les os, pour évaluer par la pesée la quantité de substance organique que l'organe a perdu. On dissout le carbonate de chaux dans l'acide acétique, on le précipite par l'acide oxalique; on calcine de nouveau le précipité pour connaître les proportions de chaux, et par celle de la chaux les proportions du carbonate calcaire. On dissout le phosphate de chaux dans l'acide hydrochlorique, et on le précipite *intégralement* par l'ammoniaque, pour en reconnaître le poids, après l'avoir desséché suffisamment. On reconnaît le poids de la magnésie, par le précipité que l'on obtient d'une manière si compliquée, de sa dissolution dans l'acide acétique. En outre, Berzélius démontre chimiquement la présence des vaisseaux qui pénètrent le cartilage des os et les nourrissent, en faisant macérer des os bien nettoyés dans de l'acide hydrochlorique étendu, jusqu'au point où ils ont perdu la moitié de leurs sels; « il les lave à l'eau froide, puis il les met en contact avec de l'eau à près de 100° pendant vingt-quatre heures, en ayant soin de ne point agiter le liquide. La portion de cartilage, dit-il, dépouillée de ses sels calcaires se dissout, laissant à nu, sous la forme d'une peluche blanche, les petits vaisseaux qui sortent de la portion non décomposée de l'os. Ces vaisseaux se reconnaissent à la loupe; le moindre attouchement les déchire. Ce sont eux qui rendent trouble la liqueur, lorsqu'on fait fondre le cartilage dans l'eau bouillante; ce sont eux également qui donnent la soude et le sel marin et un extrait analogue à celui de la viande. » Nous sommes loin d'admettre comme positifs les faits contenus dans une semblable analyse; et nous sommes convaincu que l'anatomie démontre mieux que ne saurait le faire la chimie, la présence et la disposition du réseau vasculaire qui porte la vie dans la substance des os; ce n'est pas par des procédés qui désorganisent que l'on doit prétendre à relever le tracé de l'organisation. Nous ne savons en vérité pas à quels caractères l'auteur distingue à la loupe un vaisseau d'un autre organe; et il nous paraît, d'après sa description, que c'est seulement à la faveur de la forme fibrillaire. Mais à ce compte, tout tissu qui se

désorganise dans l'eau présenterait, non ment un feutre, mais encore des flocons seaux. Ensuite, le caractère d'un vaisseau dans un tissu est précisément le contraire que Berzélius lui assigne; un vaisseau n'est isolé comme certains ramuscules nerveux, verse toujours au moins une membrane qui double, et ce n'est que par la pensée et l'imagination qu'on peut le figurer et le décrire réduit à ses parois, comme un simple caillou. qu'a donc vu Berzélius n'était pas tout va. Enfin, les os sont pénétrés de deux ordres de vaisseaux vasculaires: 1° de vaisseaux propres qui contiennent les produits de la circulation sanguine; 2° des vaisseaux anfractuosités de l'os, pour fournir au développement de toutes ses cellules; 3° du tissu ossificateur, des vaisseaux spéciaux de la circulation incrustante; vaisseaux qui ne diffèrent des premiers que par le mode d'élaboration, par la forme, et qui sont susceptibles d'être isolés à part, comme les autres, par l'oblitération de la membrane des cellules, dont ils ne sont pas le dédoublement. Lequel de ces deux ordres de vaisseaux a cru voir Berzélius? Il n'est pas difficile de dire que ce qui rend trouble la liqueur, lors qu'on fait fondre le cartilage dans l'eau bouillante, soit composé uniquement de ces vaisseaux. C'est une hypothèse que l'auteur se permet généralement, et dont il eût été bon qu'il avertisse les lecteurs. Car la liqueur est rendue trouble par tous les éléments des membranes et parois cellulaires. Les acides ont isolés, par le dégagement de l'acide carbonique, qui, pour se faire, doit déchirer et réduire en lambeaux microscopiques tout ce qui faisait obstacle à son dégagement. Enfin, ce n'est pas à la membrane de ces vaisseaux qu'il faut attribuer la soude et le sel marin, mais bien au sang lui-même qui circulait dans les os, qu'il faut attribuer la soude et le sel marin. L'analyse rencontre dans les sels des os. Car de toute nécessité tenir compte de ce sang qu'on n'a pris aucun soin de l'extraire pour l'analyse, et il faut bien que les sels de soude trouvent quelque part dans les résultats.

1787. Suivant Fourcroy et Vauquelin, de bœuf seraient composés d'environ :

Tissu cellulaire. . . . .	50
Phosphate de chaux. . . . .	37
Carbonate de chaux. . . . .	10
Phosphate de magnésie. . . . .	1
Alumine, silice, oxyde de fer, oxyde de manganèse, des traces.	

nt Berzélius , les os d'homme et des renfermeraient :

	Homme.	Bœuf.
complètement		
ns l'eau. . . . .	32,17	33,30
. . . . .	1,13	
phate de chaux		
eu de fluorure		
1 . . . . .	53,04	57,35
e de chaux. .	11,30	3,85
de magnésie?	1,16	2,05
sel marin. . .	1,20	3,45
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

La substance que Berzélius désigne de cartilage revient exactement à ce que Fourcroy désigne sous celui de tissu cellulaire ; le terme propre, car du moins il a primé une analogie. L'épithète avec laquelle Berzélius accompagne le nom qu'il impose à la substance organique des os, est encore plus fautive que le nom lui-même ; elle est contraire aux termes, car il n'est pas en analyse une seule espèce de cartilage qui soit soluble dans l'eau. Au reste, la solubilité de cette substance dans l'eau est due à une erreur d'observation ; on a pris un phénomène de suspension pour un phénomène de dissolution ; il a vu un os passer dans un état gélatineux.

Que l'auteur ait cru devoir donner la liste des fibrilles qu'il a prises pour des os, n'était moins digne de reproche ; mais fixé dans une analyse, et à la suite d'une analyse chimique, les proportions exactes des équivoques objets, c'est une précaution de force dont l'analyse est incapable ; on aurait mieux fait de réunir ces deux analyses, l'analyse des os de l'homme, comme on l'a faite dans l'analyse des os du bœuf.

Le fluorure de calcium aurait tout figuré dans les autres articles que sous celui du sous-phosphate de chaux ; il existe en faible quantité, qu'on n'en constate que par les traces de son passage qu'il laisse sur le verre du récipient. On place un mélange d'alcalin et d'acide sulfurique étendu d'eau égale au sien, dans une cornue que l'on chauffe jusqu'à la cessation de l'effervescence, avec précaution en verre. On soumet le liquide à la distillation et l'on recueille de l'acide hydrofluorique dans un récipient, car les parois du verre sont attaquées sur tout le passage des gouttes, et il s'est formé de l'acide hydrofluorique.

silicique. L'auteur avait, dans une première analyse, porté les proportions du fluorure de calcium dans les os à 2 pour 100 ; mais il s'est assuré, dans une analyse subséquente, que ce chiffre était exagéré.

1792. 4<sup>e</sup> Ce qui doit paraître surprenant, c'est que les os de bœuf ne contiennent que près de 4 sur 100 de carbonate, quand les os d'homme en contiennent près de 12. Et nous ne pouvons expliquer la différence qu'offre, sous ce rapport, l'analyse de Berzélius avec celle de Fourcroy, qu'à la faveur des données que nous avons établies plus haut (1784), relativement à la composition intime du sous-phosphate de chaux des os. Chez le bœuf, les procédés chimiques employés par Berzélius auront été de nature à laisser le carbonate de chaux emprisonné d'une manière plus tenace, par le phosphate de chaux, qui l'aura protégé comme d'une couche imperméable contre l'action de l'acide acétique. Rien n'est plus facile de concevoir que les os desséchés ou soumis préalablement à la chaleur soient moins attaquables par les acides faibles que les os frais ; car, dans ce cas, le carbonate calcaire est protégé, non-seulement par le phosphate, mais encore par la membrane animale qui, en se contractant par la dessiccation, a dû non-seulement resserrer ses pores, mais encore obstruer les orifices des canaux vasculaires, sur les parois desquels s'est produite l'incrustation calcaire. Il est encore permis de présumer que la différence dans la configuration du tissu incrusté influera notablement sur la différence des proportions du carbonate par rapport au sous-phosphate ; en sorte que le carbonate variera en poids, selon que l'on soumettra à l'analyse l'humérus ou le fémur, le *cubitus* ou le *tibia*, un os de la boîte crânienne ou un des os du bassin, les os du carpe et du métacarpe et les os du tarse et du métatarse. Il ne suffit donc plus d'indiquer l'espèce d'animal dont on aura soumis les os à l'analyse chimique ; mais il faudra encore désigner dans quelle région du squelette on aura choisi de préférence l'os, dont on se propose de reconnaître les principes constituants ; les deux ou trois analyses comparatives que nous possédons ne sont donc rien moins que comparatives, et l'étude des rapports d'espèce à espèce est à reprendre sur une échelle plus large et d'os à os, ce à quoi ni Fourcroy ni Berzélius n'ont pas songé. Aussi n'attachons-nous pas la moindre importance aux résultats suivants, par lesquels ce dernier auteur a établi les proportions de carbonate et sous-phosphate qui se trouveraient, d'après lui, dans 100 parties d'os calci-



nés, chez les cinq animaux dont les noms suivent :

	Phosphate.	Carbonate.
Lion. . . . .	95,0	2,5
Brehis. . . . .	80,0	19,3
Poule. . . . .	88,9	10,4
Grenouille. . . .	95,2	2,4
Poissons. . . . .	91,9	5,3

Une dernière réflexion achèvera de démontrer toute l'incertitude que laissent, dans un esprit philosophique, les résultats obtenus par ce procédé. La calcination poussée un peu trop loin, ou continuée pendant un certain temps, change le carbonate en chaux vive; et comme on juge de la présence du carbonate par l'effervescence que produit le dégagement de l'acide carbonique, et que la chaux vive se combine avec l'acide sans effervescence, on décantera l'acide, bien avant qu'il ait dissous la portion de chaux, qui, dans les os, appartenait au carbonate; car on décantera, dès que l'effervescence cessera d'avoir lieu, et on reportera cette quantité sur le sous-phosphate que l'on aura dissous dans l'acide hydrochlorique. Or il est des os plus poreux que d'autres, et qui, par conséquent, se calcineront plus vite que d'autres, et chez qui le carbonate de chaux deviendra plus vite et en plus grande quantité alcalin, chez qui donc l'analyse commettra des erreurs plus graves, en établissant les proportions des deux sels sur des résultats aussi peu conformes à l'état primitif des choses.

1793. 5<sup>o</sup> La magnésie existe plutôt à l'état de carbonate qu'à celui de phosphate dans les os; elle se combine avec l'acide phosphorique dans l'acte de la calcination; et l'acide phosphorique provient du phosphate d'ammoniaque, dont les chimistes n'ont pas soupçonné l'existence. C'est au même phosphate d'ammoniaque décomposé par le temps, qu'il faut attribuer l'acidité des os qu'on a trouvés dans un tombeau de l'église Sainte-Genève, os qui avaient près de sept cents ans.

1794. CARTILAGES. — Dans l'analyse des cartilages, on paraît n'avoir eu en vue que de constater l'absence du sel terreux, que nous avons dit exister chez les os à l'état d'incrustation. On a conclu que les cartilages en général ne renfermaient aucune parcelle de carbonate, parce que, dans le fait, le cartilage en renferme une quantité trop minime pour que les réactifs en rendent la présence sensible. On n'a pas poussé plus loin l'examen, et on s'est fort peu occupé des sels qui, d'après nous, se trouvent, dans les cartilages comme dans les os, à l'état d'une combinaison

intime avec la membrane organique. L'examen aussi peu approfondi, la craint d'établir des analogies.

1795. Les os des poissons *osseux* : le passage des os proprement dits, des os des mammifères et des oiseaux, à la charpente fibreuse des poissons dits *cartilagineux*. Le brochet, qui appartient à la première classe, seraient composés, d'après Dumenil, de :

Matière animale. . . . .  
Phosphate de chaux. . . . .  
Carbonate de chaux. . . . .  
Soude, chlorures, et autres phosphates.

D'après Chevreul, les os du crâne des mammifères sont composés de :

Matière animale et humidité. . . . .  
Phosphate de chaux. . . . .  
Carbonate de chaux. . . . .  
Phosphate de magnésie. . . . .  
Sel de soude, chlorure de soude. . . . .

Mais quant aux os des poissons car il n'y a là toute analogie cesse. D'après Chevreul, le cartilage du squal se gonfle peu à peu dans l'eau bouillante, devient transparent au point de ne plus être visible, mais ne se dissout qu'à peine dans l'eau. L'acide hydrochlorique opère la dissolution. Sa dissolution aqueuse n'est pas précipitée par l'infusion de noix de galle, ne donne pas de gelée quand on l'évapore, et l'on conclut que la matière dissoute n'est ni l'albumine ni de la colle (substance dont l'unique caractère est d'être coagulable par l'alcool, cette substance se précipite par l'alcool, et devient moins transparente; l'alcool, d'ailleurs, en enlevant une graisse liquide (ce qui n'est certainement pas nécessaire pour que la matière devienne moins transparente, car il suffit de l'effet que l'alcool lui enlève les molécules qu'elle imprégnaient auparavant, et partant avec elle une masse transparente). En conséquence, on a conclu que c'est là une matière d'origine chimique toute particulière, qui mériterait un examen, surtout si l'expérience trait, a-t-elle ajouté, que cette même matière remplace, chez les poissons cartilagineux, les sels terreux qui constituent les os des poissons osseux (conclusion curieuse, qui é

portion organique qui, d'après les  
terait seule chez les poissons carti-  
mplacerait la matière terreuse qui  
portion organique chez les pois-  
Par une conséquence plus précise,  
ilagineuse des poissons serait ana-  
cus. Mais qu'est-ce que le mucus?  
ite quelque chose d'analogue à la  
igieuse.

le cartilage analogue au mucus, les  
distingué un cartilage qui se résout  
in cartilage inattaquable par l'eau  
: premier existe dans les fausses  
: cartilages des os proprement dits.  
ite dans le cartilage des oreilles, du  
rachée-artère, Mais ces différences  
temps pendant lequel on laisse les  
ntres substances exposées à l'action  
lante. Car dans la machine à Papin,  
du second ordre se résolvent tout  
colle que les cartilages du premier  
uillante non comprimée; et sous ce  
n'est autre qu'un rapport de durée,  
ur se montrer conséquent, admettre  
longue de divers cartilages, selon  
: résoudront en colle, à une tempé-  
levée que les autres.

rès Frommherz et Gugert, les car-  
usses côtes contiendraient 3,402 de  
30, et 100 parties de ces cendres se  
it de :

bate de chaux. . . .	4,056
bate de chaux. . . .	18,372
bate de magnésie. . . .	6,908
e de soude. . . . .	24,241
nate de soude. . . . .	35,068
bate de soude. . . . .	0,925
re de soude. . . . .	8,231
e de potasse. . . . .	1,200
: de fer et perte. . . .	0,999
	<hr/>
	100,000

ie les sels ne manquent pas, pour sou-  
gie du cartilage avec les os, et pour  
ui de la théorie qui considère les car-  
ie une des phases dont l'ossification  
re.

ELLE DES OS. — Berzélius l'a trouvée  
: 96 de graisse médullaire, 1 de mem-  
raisseaux, et 3 de liquides renfermés  
.— TOME II.

dans ces corps; résultats qui représentent les trois  
opérations auxquelles s'est livré l'auteur, mais  
nullement le nombre et les rapports proportionnels  
des substances que renferme la moelle. Qui ne  
savait, du reste, que la moelle renferme du bonil-  
lon, de la graisse et des membranes? La chimie  
organique fourmille pourtant d'analyses sembla-  
bles, dont les chiffres, souvent placés par des ap-  
proximations et des conjectures, ne se retrouvent  
pas deux fois à la même place et avec la même  
valeur.

1799. DIPLOË. — Berzélius a placé sous cette  
rubrique une ébauche d'analyse, qu'il a tentée sur  
une rondelle de vertèbre dorsale détachée avec la  
scie. Il a trouvé que, « desséchée au bain-marie,  
elle avait perdu 0,40 d'eau; que l'eau, mêlée avec  
un peu d'ammoniaque, enlevait au résidu sec 0,13,  
y compris une trace de graisse médullaire, et  
laissait 0,47 de tissu osseux. La perte, l'auteur  
l'attribue au liquide rouge, espèce de sérum du  
sang à demi concret qui remplit, d'après lui, la  
partie cellulaire du diploë, liquide d'un brun  
foncé, qui prend une couleur rouge intense par  
l'effet du contact de l'air, se dissout complètement  
dans l'eau sans déposer de fibrine, se coagule  
par l'ébullition, et donne un liquide incolore rou-  
gissant le papier tournesol. Ce liquide contient 75,5  
parties d'eau, et 24,5 de matières solides. » On  
voit que l'auteur hésite à admettre que ce liquide  
soit du sang; car il ne dépose pas de fibrine, et  
il donne après l'ébullition un liquide incolore, et  
qui rougit le tournesol. Or la fibrine, c'est-à-dire,  
d'après nous, l'albumine, ne se dépose du sang  
que lorsque le liquide n'est pas étendu d'eau; mais  
si vous délayez un liquide sanguin dans l'eau, la  
fibrine ne se déposera pas, vu que l'albumine du  
sang est soluble dans l'eau, et que, dans ce cas,  
on emploie une assez grande quantité d'eau pour  
la dissoudre; et alors même, si on attend quel-  
ques heures, avant de soumettre le liquide à l'é-  
bullition, on trouvera qu'il rougit la teinture de  
tournesol; car l'albumine du sang très-étendue  
vire, comme la farine (1249), à une acidité de  
plus en plus prononcée. Enfin ce n'est pas sur une  
expérience de détail aussi vague, qu'on peut géné-  
raliser la composition chimique du diploë. Le  
diploë, du reste, ne diffère de la table de l'os,  
auquel il appartient, que de la même manière  
qu'un os diffère souvent d'un autre os plus com-  
pacte et plus avancé en âge et en organisation;  
c'est une portion osseuse, dont les cellules se sont  
arrêtées, dans leur développement vésiculaire, à

réfugie le colimaçon, est l'analogue de la vertèbre qui est plongée dans le corps d'un animal supérieur. Il faudrait aussi admettre que le muscle qui sert à sa reptation, est l'analogue de tous les muscles de nos deux membres pelviens, ensuite, pourquoi la coquille serait-elle plutôt l'analogue du squelette ou de la vertèbre que celui de la boîte crânienne d'un animal? Mais, dans cette dernière supposition, pourquoi ne pas admettre que tout le corps d'un animal soit dans le cas de se réfugier dans la boîte de sa cervelle? Tel est au reste le caractère de toutes les théories *a priori*, c'est-à-dire des théories qui, partant d'un seul rapport observé, cherchent à découvrir tous les autres, par induction, et sans avoir recours à la filière et à la contre-épreuve de l'observation. L'induction doit s'arrêter aux deux termes de la comparaison, pour en établir le rapport de ressemblance ou de différence qui constitue la conclusion. L'observation doit succéder ensuite pour établir un nouveau terme de comparaison et donner matière à une nouvelle induction. Les auteurs français et étrangers d'anatomie transcrits en tant ne se sont livrés à tant de savantes divagations, que pour n'avoir attache de l'importance qu'à un seul rapport, et pour avoir cherché le type de l'unité dans une des moins essentielles fonctions de l'organisme; ils ont voulu saisir l'analogie à son origine, en partant d'une pièce qui n'existe jamais à l'origine, et qui n'existe pas dans toutes les classes à l'époque du développement le plus avancé. En un mot, s'il n'est pas permis d'admettre que l'artere ossifiée, que le cœur ossifié soit l'analogue anatomique de la vertèbre et du squelette, il ne doit pas être permis davantage d'admettre que les écailles de la tortue, que la coquille des mollusques, soit l'analogue du squelette des vertèbres. La coquille est chimiquement analogue à toute autre espèce d'os; mais anatomiquement elle n'est qu'une ossification, dont il s'agit ensuite de reconnaître l'analogie avec toute autre espèce d'organe, ossifié ou non.

1807. COQUILLE DES MOLLUSQUES. — Les naturalistes expliquaient la formation de la coquille des mollusques, par une exsudation calcaire qui venait se concrétiser à la surface du corps de l'animal. Mais une exsudation ne se concrète pas, elle est rejetée au dehors, non-seulement comme un objet de rebut, mais encore comme une substance, dont la présence est un obstacle aux fonctions, et souvent un germe de putréfaction. Du reste, aucune exsudation en se concrétant n'affecte la

régularité de structure, la symétrie et le poli enfin que l'on remarque sur les mollusques. Dans l'eau, une semence ne pourrait jamais s'agglutiner à la surface du mollusque, car la matière qui se pose ne saurait s'échapper au dehors qu'à l'état liquide, et par des points eux, à la manière enfin de la sueur, l'eau ambiante la reprendrait pour la ramener au moins pour l'enlever par grumeaux, qu'elle sortirait des canaux excreteurs, et la formation de ces molécules en une coquille serait donc impossible dans un milieu qui sert de dissolvant à tant de choses. Côté, si vous opérez, sur l'étendue d'un adulte d'un animal vivant, une solution de continuité, l'animal repare peu à peu la substance avec les mêmes accidents, les taches qu'auparavant; seulement l'égalité jamais celle des portions régénérées. Or l'exercice d'un animal ne peut pas reproduire, au même endroit, le couleur et de surface de l'exercice moins avancé en âge. La coquille n'est donc pas le produit d'une ex-

1808. La théorie, au contraire, bien servi à expliquer l'ossification des vertèbres, peut s'appliquer avec un succès à expliquer la formation et l'entretien de la coquille. Supposez, en effet, que la coquille externe et épidermique d'un animal, soit carbon de calcaire, sur les parois des canaux vasculaires qui forment le squelette (1595) du tissu cellulaire. Ce squelette deviendra peu à peu osseux, et toutes les phases progressives de l'ossification formeront ensuite une coque, dans l'animal, s'il est privé d'une charpente, il se réfugiera comme dans un asile, et cette membrane ossifiée sera redoublée, dans ses parties fonctionnelles plus inférieures, qui deviendront brane épidermique de l'animal, et ce développement progressif du corps, à mesure qu'elle débordera donc la coque, elle s'ossifiera à son tour, en s'ajoutant à la coque externe et en l'augmentant, et placée à son tour par une autre coque épidermique, qui subira, après son développement complet, le même sort que la deuxième, d'une troisième coque la coque externe. C'est par ce mécanisme

mouler sur le corps du mollusque, en tous les contours, en conserver la et en suivre le développement à compter même toutes les phases nent, la série des superpositions, par de stries concentriques, qui se dessinent perpendiculairement à l'axe, selon lequel s'opère le développement.

Si l'on examine, avec une attention particulière les rapports d'adhérence du mollusque à sa coquille, on ne tarde pas à s'assurer, comme l'ont fait de nombreux naturalistes, que le corps du mollusque est organisé, par une membrane continue aux bords de sa coquille, que la coquille est la continuation de la portion membranaire du mollusque. Une coquille bivalve, une moule, ou tout autre mollusque, on remarque, lorsque l'animal écarte ses valves, que chacune d'elles est tapissée intérieurement d'un voile membraneux de même nature qu'elles, et qui adhère tellement à ses parois qu'on ne peut l'en séparer qu'à l'aide du couteau. Les deux voiles, que l'on désigne sous le nom de *manteau*, viennent s'insérer, par toute leur étendue, sur la bordure qui ne borde pas la valve calcaire, sur la surface dorsale du mollusque, en sorte qu'ils forment la continuation de la coquille, l'intermédiaire entre la coquille et de l'animal. Le *manteau* du mollusque, qui est en présence de la valve, s'ossifie, en incrustant un réseau circumcellulaire de carbonate de chaux, il se produit sans doute, entre la valve et le *manteau*, un vide qui accélère l'application de la portion fraîchement ossifiée sur la valve ancienne; et la valve s'enrichit d'une couche qui, en augmentant son épaisseur, borde aussi par toute sa périphérie, vu qu'elle a continué à se développer par tous les points du *manteau* membraneux, dans le sens de l'une et de l'autre direction; les stries d'accroissement démontrent toutes des courbes complètes autour du noyau de la coquille.

J'ai cherché à étudier ce noyau primitif moi-même, à l'époque (\*) où je m'occupais de publier le travail de Jacobson, sur lequel j'avais eu l'honneur de lire et de publier officiellement l'académie de 40 pages d'impression ne renferme qu'une seule observation rapporteur; observation qui n'est certaine. Je constatai que les moules de la mer avaient leurs petites coquilles dans un

paquet en apparence excrémentiel, après les avoir élevées, comme par une incubation utérine, dans les locules de leurs grandes branchies. Ces petites coquilles étaient dures et cassantes, et pourtant elles ne renfermaient pas encore un atome du carbonate calcaire, qui se montre si abondant dans les coquilles adultes. En effet, l'acide hydrochlorique n'en dégagait pas la moindre bulle gazeuse. Ainsi, la coquille était formée, avant toute espèce d'incrustation, c'est-à-dire, dans l'opinion ancienne, avant qu'elle fût coquille. Elle était organisée de toutes pièces, avant de rien posséder des caractères de l'incrustation qui, aux yeux des naturalistes, constitue le caractère de la coquille. Mais elle possédait du phosphate, auquel sans doute, elle était redevable de sa consistance et de sa dureté; car l'acide hydrochlorique étendu la rendait molle et membraneuse; elle s'affaissait alors dans le liquide, comme toute membrane réduite à ses simples parois. Ce n'était donc pas une excrétion, une exsudation cutanée, mais bien un organe *sui generis*, une ossification enfin, dans le sens que nous avons attaché à ce mot.

1811. Quant aux coquilles univalves, j'ai eu aussi l'occasion de les observer dans leur œuf, et j'en ai fait connaître, dans le travail sur l'*Alcyonelle*, la respiration, dans le sein de la coquille même; à cette époque la coquille est toute formée, et elle affecte la même structure qu'à un âge plus avancé. Or une exsudation ne se montrerait pas avec de tels caractères dans le germe, et alors que l'embryon est encore emprisonné dans son albumen.

1812. En conséquence, la coquille des mollusques est une ossification, qui s'opère régulièrement et par couches successives du dehors en dedans, sur la portion externe du corps de l'animal, sur son fourreau ou son manteau; et quand l'animal rentre dans sa coquille, la membrane qui forme, chez les univalves, l'adhérence de la coquille et de l'animal, se prête, par son élasticité, à ces mouvements de contraction, comme si l'animal était libre et isolé de son test osseux. L'ossification qui s'opère, chez les animaux vertébrés, sur les organes intermusculaires, s'opère, chez les mollusques univalves, sur le derme, pour ainsi dire, de la portion postérieure de leur corps. Chez les mollusques bivalves, qui sont symétriques et non spiralés, la portion postérieure se divise en deux lobes égaux dont chacun donne naissance à une valve; et l'analogie zoo-

*Annales des sciences d'observation*, tome I, janvier 1829. — Travail que l'école académique a

reproduit presque littéralement et, selon la consigne ordinaire, sans citation, dans les *Annal. des sc. nat.*, Juin 1836.

fine, et une substance mince, membraneuse, possédant les propriétés de l'*albumine coagulée* !

Suivant Vogel, le corail rouge (*Isis nobilis*) contient

Membrane animale . . . . .	1,0
Acide carbonique . . . . .	27,5
Chaux . . . . .	50,5
Magnésie . . . . .	3,0
Oxyde rouge de fer . . . . .	1,0
Sulfate de chaux, sel marin . . . . .	0,5
Eau . . . . .	6,0
Perte . . . . .	10,5
	<hr/> 100,0

Vauquelin a signalé, dans un madrépore rouge du cap Leuwin, une matière membraneuse, une matière colorante rouge qui devient violette par les alcalis, du carbonate de chaux et du sel marin.

1810. Toutes ces dissidences et ces incertitudes tiennent à ce que les chimistes, ne s'étant pas fait une idée juste de l'organisation de ces masses calcaires, ont reporté le tissu tantôt sur le compte d'un tissu corné et gélatineux, tantôt sur celui de l'albumine, tantôt sur celui des sels dissous qui sont dans le cas de tenir en suspension les débris de la membrane primitivement organisée. Quand cette membrane s'est offerte à eux consistante et forte de son organisation, ils ont négligé de l'incinerer, ils se sont contentés d'analyser les sels qui la recouvraient de leurs incrustations, parlant ils ont passé sous silence le phosphate de chaux qui a pu se trouver dans un état de combinaison intime avec la membrane elle-même, et lui prêter les caractères d'un tissu corné.

1820. CÉPHALOPODES (1654). Dans le mémoire sur l'*alcyonelle*, et dans la première édition de cet ouvrage, pag. 258, nous avons révélé l'analogie incontestable des polypes avec les céphalopodes, sous le rapport de la structure anatomique, opinion qui a été depuis copée par les auteurs classiques. Or, sous le rapport qui nous occupe, l'analogie se soutient encore, en passant par toutes sortes de nuances. Le corps du polype étant organisé sur le type de celui des céphalopodes de grand calibre, des poulpes, des sèches, des calmars, le fourreau dans lequel il naît enveloppe, et dont il est la continuation, même après son ossification complète, ne saurait rencontrer un analogue plus frappant que dans le sac du céphalopode, grande enveloppe dont le céphalopode est la continuation, et qui en emprisonne toute la

moitié inférieure. Ce sac, il est vrai, n'est jamais et ne se transforme jamais dans les trois genres que nous venons de citer, mais il devient coquille chez l'argonaute, le manteau membraneux de la coquille chez le colimaçon, comme le calcaire du polypier des corallins, calcaire chez l'alcyonelle et chez les autres, par la seule incrustation d'un carbonate calcaire par la seule incrustation calcaire phalique, qui circule autour de toutes les cellules du tissu. Les céphalopodes, polypes isolés, comme la plupart des céphalopodes ramifiés; et qui restent fixés contre le rocher, naître, par la base empâtée de leur ventre leur parturition osipare, ils ont comme leurs analogues, de la putrefaction, qu'ils se fussent reproduits par comme par graines; nous aurions des polypes gigantesques. Au sortir du polype est une unité isolée, parfaite, que avec le céphalopode; il est un polype unique, enfermé dans un fourreau tenant à rien, représente le sac des polypes dans toute sa simplicité.

1821. AMMONITES. — Nous n'avons pas présenté des ammonites fossiles qui du nautilus papyracé; et par l'analyse de la coquille, il est permis de remonter à l'animal. La coquille du nautilus se compose de loges univales, par des cloisons d'autant plus nombreuses que l'animal est âgé, par des cloisons transversales qui remplissent la capacité de la coquille, parallèlement, et perpendiculairement à l'axe. Lorsque l'on rencontre le nautilus et les fossiles conservés et sans altération, ils sont organisés sur le même type que le nautilus, quant à la structure générale de la coquille, ainsi qu'on les observe dans nos mers. La scie a passé par le plan qui comprend la dorsale et l'axe de la coquille. Cette coquille est alors des loges séparées par des cloisons et traversées par un canal parallèle à la dorsale, dont il est rapproché chez les ammonites et éloigné de la moitié du diamètre de la coquille; ce canal se nomme le *siphon*. Le de ce genre qui ont perdu leur test présente des circonstances bien différentes, et dont les analogues ne s'étaient nullement rencontrés avant le travail que nous avons publié.



dans le *Lycée* (\*), circonstances dont nous plus bas l'explication, après avoir l'origine du développement de la coquille, l'offre à nous dans son état d'intégrité. Au premier instant de la comparaison, il y a tout un monde entre la structure des ammonites et celle des mollusques. La manière dont nous avons conçu le développement de celle-ci nous a fait voir l'énigme de l'autre, qui n'en offre que l'ombre d'une modification. En effet, établi (1807) que la coquille des mollusques n'était que la cellule génératrice qui s'ossifiait et qui croissait ensuite en épaisseur, par la juxtaposition de toutes les couches externes de la bryère de l'animal, portion contenue dans la portion antérieure n'est que la même. Supposons que la première couche s'ossifie, et que la seconde ou bien la plus récente à manifester une tendance à s'ossifier recouvre, pour s'ossifier. Il se présente deux cas divers, cet isolement peut s'opérer : ou bien, la première couche viendra s'appliquer, par la force de la couche ossifiée qui la recouvre ; ou bien, elle et celle-ci s'interposera de l'air et de l'eau qui les tiendra à distance, et obligera la première à suivre le développement de la portion postérieure du mollusque, et à s'ossifier et durcir contre la seconde.

Dans la première hypothèse, vous voyez que la coquille des univalves, dans la seconde, la concamerée des nautilus et ammonites, les concamérations augmenteront successivement en nombre, à mesure qu'une nouvelle couche accomplira son isolement et son développement, de sorte que le nombre de ces concamérations indiquera l'âge de l'animal, et n'indiquera qu'à lui seul une différence spécifique. La même chose aura aussi lieu pour la coquille, mais comme le développement du mollusque aura lieu en spirale et que les couches nouvelles recouvriront de la spirale les anciens, les plus faibles seront recouverts de plus en plus par les plus forts. C'est surtout à certaines espèces de cette classe d'avoir suivi la direction en spirale, d'avoir recouvert d'un ou deux tours les concamérations, le céphalopode, soit par un obstacle interposé, soit retenu

10, 13, 17, 20, 24, 27 nov., 1er, 11 déc. 1831.  
— TOME II.

attaché malgré lui à la surface du rocher, prenait tout à coup la direction rectiligne, et ossifiait ses concamérations sans se rouler sur lui-même ; dans cet état, il s'offre comme une crosse emmanchée d'une tige de même diamètre et de même configuration ; son test prend le nom classique d'*hamites*.

1823. Mais dans les terrains sulfureux, tels que les argiles du lias, à la place du test régulier qui se rencontre si fréquemment entier dans les terrains calcaires, dans les marbres surtout, au lieu du test de l'animal, on ne rencontre plus que des espèces de vertèbres enchâssées les unes dans les autres par tout autant d'engrenages arborisés, vertèbres qui jouent librement les unes contre les autres, et qui se désembolent avec la plus grande facilité. On observe alors que leur substance est analogue en général à celle du milieu géologique dans lequel on les a trouvées fossiles, et qu'elles n'offrent qu'un agrégat de molécules terreuses. Lorsque le fossile maintient encore son unité caractéristique, qu'il conserve sa forme générale et n'a perdu que son test, la surface est ciselée d'arborisations compliquées, qui s'étendent du bord dorsal de l'animal à son bord ventral, par tout autant de jolies sinuosités transversales, auxquelles on a fait jouer un rôle dans la classification, avant d'en avoir constaté l'origine. Or si l'on examine l'ouverture d'une ammonite, dont le test n'a point perdu sa forme par la fossilisation, on remarque, tout autour des bords de la cloison antérieure, une rangée d'enfoncements cylindroïdes ; ces enfoncements se bifurquent en deux ou trois autres enfoncements, lesquels se bifurquent en deux ou trois autres et ainsi de suite jusqu'aux derniers, qui ne se bifurquent pas, mais se terminent en cônes imperforés. Il est évident que ces ramifications en creux sont la contre-empreinte des ramifications musculaires en relief, dont les extrémités adhéraient au fond de leur enfoncement respectif, comme les aponévroses aux os des animaux supérieurs. Quand le test est conservé, il offre les enfoncements que nous venons de décrire ; mais aucune ramification externe sur la surface qui correspond aux enfoncements ramifiés. Jamais, au contraire, on ne trouve les arborisations de la surface plus nombreuses et mieux dessinées, que lorsque le test est oblitéré et les enfoncements disparus. Or, que l'on remplisse de cire les enfoncements ramifiés, et qu'on use ensuite la portion du test qui les recouvre ; lorsqu'on sera parvenu à mettre à nu chacun de ses cônes, on aura fait naître une arborisation, dont les angles rentrants appartiendront à la cire, et les angles sortants à

la concamération suivante, et *vice versa*. Nous voici donc sur la voie de ce phénomène variable. Admettons que la matière fossilisante soit parvenue à remplir toutes les concamérations du polype. en suivant le siphon qui aura commencé par s'oblitérer le premier; cette matière se moulera sur tous les accidents de surface de la concamération dans laquelle elle se sera infiltrée et solidifiée; mais qu'à la suite, et par l'action corrosive de cette substance, le test ait disparu, le test avec ses parois externes et portant ses cloisons; la coquille, réduite aux moules des concamérations, se présentera comme une série de vertèbres engrenées par des sutures analogues aux sutures des os du crâne; car les cornets ramifiés qui occupent le bord de la coquille se seront remplis de substance fossilisante, tout aussi bien que la grande capacité de la concamération; les engrenages proviendront de leurs aillies; et sur la surface externe, ils présenteront ces arborisations saillantes et rentrantes qui marqueront la ligne de séparation de chaque moule. Remplissez de terre les concamérations d'une ammonite non détériorée, soit au moyen du siphon que vous aurez fait disparaître par l'introduction d'un acide, soit en usant le test sur une des parois latérales de la coquille; faites dissoudre ensuite le test calcare dans un acide étendu qui attaque la base et respecte la cire, et vous aurez une ammonite fossile en cire, avec ses *spondyliolithes* ou pseudovertèbres, et les arborisations de la surface. Chez le nautilus, rien de semblable ne s'observe; les cloisons sont sinuées, mais non marquées d'enfoncements; et par conséquent leur test usé n'offre jamais des arborisations analogues.

1824. En expliquant la structure et les phénomènes de fossilisation des ammonites gigantesques, nous avons par conséquent expliqué la structure et le développement de ces innombrables céphalopodes microscopiques, dont les coquilles forment, dans nos mers actuelles, des bancs de sable aussi puissants presque, que les dépôts de milolites, qui occupent un si grand espace dans les couches géologiques de nos environs. Nous avons donc dans nos mers des ammonites vivantes; et cependant nous ignorons encore absolument l'anatomie du céphalopode, dont ces petites coquilles sont le résidu. Ce n'est cependant pas faute d'argent consacré à cette étude délicate, mais importante, en histoire naturelle; et plus d'un voyageur subventionné a reçu mission de les observer sur les côtes. Mais la subvention ne fait pas l'observateur; et sous ce rapport,

elle se trompe un peu trop souvent. L'un des derniers venus, au lieu de ces animaux sont des céphalopodes, un nouvel animal qu'il désigne par le nom de *rhizopode*; et, d'après lui, la coquille dont nous parlons, ne serait produite par une masse informe et gélatineuse qui se détacherait aux *fucus* et autres algues, par des prolongements allongés qui serviraient à sa reptation. On donne des figures gravées dans les *sciences naturelles*, déc. 1855. Les auteurs rendent justice du texte, et ne peuvent expliquer le genre de méprise, dont la victime dans cette singulière observation est la fois que l'on déplore un animal malin agité dans lequel il vit plongé, contracter en lui-même, et s'attacher à l'ennuye de vivre, à la surface des parois dans lequel il est exilé, il commence à languir, non-seulement à languir, mais à mourir en rampant contre les parois; la décomposition d'une substance qui se décompose intimement et pour toujours aux coquilles comme du gluten que l'on prend fantaisie à l'animal de se décomposer, pour aller contracter de nouvelles sur d'autres points; enfin, il laisse des prolongements inférieurs plus ou moins longs, et des prolongements glutineux dont il est le centre. C'est ainsi que nous avons vu nos lymnées fluviales se contracter dans nos bacs, en *rhizopodes* gigantesques, l'eau du vase se décomposait. Dans la lecture de l'auteur, nous ne trouvons pas le nom; et il n'était pas besoin de le chercher aux bords de la mer pour le découvrir. Les lectures hebdomadaires de l'Académie des sciences de cette force, nous ont permis qu'à nous de tirer de temps en temps l'intérêt de la vérité, notre unique but, et la franche et loyale justice.

1825. OS DE SEICHE. — Nous avons vu dans le sac des grands céphalopodes du fourreau des polypes; la seiche, un point d'analogie de plus, par l'occupation, comme un large boucher, la carcasse de l'animal, et que l'on désigne par le nom de *os de seiche*, que l'on trouve dans la poche, bien connue, dure et chagrinée sur la surface dorsale, et qui se moule comme le diptère sur sa surface.

Il sert à polir les ouvrages d'os et d'ivoire. On place dans les cages des oiseaux de saut, qu'ils puissent s'y aiguïser le bec de temps en temps. Après John, la surface postérieure de cet os est lisse.

Matière animale soluble dans l'eau, avec sel marin. . . . .	7
Partie insoluble dans l'eau et la lessive. . . . .	9
Carbonate de chaux et traces de phosphate. . . . .	80
Avec traces de magnésie. . . . .	4
	<hr/> 100

La principale et poreuse contiendrait, même auteur :

Matière animale, soluble dans l'eau avec le sel marin. . . . .	7
Partie insoluble dans l'eau et la lessive à froid. . . . .	4
Carbonate de chaux avec traces de phosphate. . . . .	85
Avec traces de magnésie. . . . .	4
	<hr/> 100

**USTACÉS.**— Chez ces animaux, l'ossification n'est point dans les grandes cellules des faisceaux musculaires qui constituent l'entre-nœud animal, un membre, mais dans la périphérie de chaque entre-nœud, dans le membre de l'animal; et toutes les portions du corps se trouvent ainsi emprisonnées dans une consistance qui les met à l'abri des attaques du plus grand nombre des fluides des eaux; en un mot, c'est le derme et le muscle musculaire qui s'est ossifié chez eux.

Göbel a trouvé dans les portions osseuses de l'astacus fluviatilis :

	Pinces.	Pattes et yeux.
Carbonate de chaux. . . . .	68,36	68,25
Carbonate de chaux. . . . .	14,06	18,75
Membraneux. . . . .	17,88	12,75

Wachtell, le test de l'écrevisse ordinaire

Partie cartilagineuse. . . . .	55,5
Carbonate de chaux avec traces d'oxyfer et de manganèse. . . . .	61,0
Carbonate de chaux. . . . .	5,7
	<hr/> 100,0

D'après Chevreul, le test du homard est composé de :

Matière animale et eau. . . . .	44,76
Carbonate de chaux. . . . .	49,26
Phosphate de chaux. . . . .	3,22
Phosphate de magnésie. . . . .	1,26
Sels de soude. . . . .	1,50
	<hr/> 100,00

Le test des crabes au contraire renfermerait :

Matière animale et eau. . . . .	28,6
Carbonate de chaux. . . . .	62,8
Phosphate de chaux. . . . .	6,0
Phosphate de magnésie. . . . .	1,0
Sels de soude. . . . .	1,6
	<hr/> 100,0

Mais le test de l'écrevisse est coloré, pendant l'état de vie, par une matière vert bouteille, qui devient rouge par le feu, par la cuisson dans l'eau à 70° environ, par les acides, par les alcalis, et par conséquent par la fermentation ammoniacale, par l'alcool, par l'action de l'oxygène; qui blanchit par le chlore, mais ne subit aucun changement dans les gaz hydrogène et acide carbonique. Les chimistes se sont demandé quelle était la nature de cette matière colorante. Ils ont traité le test parfaitement nettoyé, par l'alcool qui s'est coloré au rouge, couleur que les acides sulfurique et nitrique font passer au vert, et qui ne redevient pas rouge par les alcalis. Lorsqu'on évapore la dissolution alcoolique, on obtient une matière rouge, ferme, analogue à une graisse, qui, lavée à l'eau chaude, peut se garder sans altération. Cette substance grasse est insoluble dans l'eau, mais, sans contredit, de nouveau soluble dans l'alcool qui s'en colore en jaune rouge; elle est soluble dans les huiles volatiles et dans la graisse, mais non dans les huiles végétales fixes. L'acide sulfurique concentré la détruit, mais l'acide étendu la dissout. La dissolution alcoolique est précipitée, par l'acétate de plomb, en une matière violette. D'après Macaire, elle répand, par la combustion, des vapeurs ammoniacales. D'après Göbel, au contraire, son analyse élémentaire donnerait :

Carbonate.	Oxygène.	Hydrogène.	Azote.
68,18	22,58	9,24	0

1828. La substance dans laquelle les chimistes n'ont vu que la matière colorante, est un simple

mélange d'une substance grasse, de sels et de la matière colorante elle-même. Quant à celle-ci, elle est analogue à la matière verte végétale; elle change de coloration en s'oxygénant; et son oxygénation est subordonnée, dans l'animal, à la nature des membranes qui l'emprisonnent, et qui sont dans le cas de la soustraire plus ou moins longtemps à l'action de l'air intérieur ou extérieur. C'est aux effets de ce mélange qu'il faut attribuer l'anomalie qu'elle offre, comme matière verte, à l'action de l'acide sulfurique, qui verdit la couleur rouge, au lieu de la maintenir. Supposez, en effet, qu'en dissolvant la matière colorante renfermée dans une cellule ou un canal vasculaire, l'alcool dissolvent en même temps de l'oxygène contenu ou circulant tout près, mais dans une autre région; en se dissolvant, la matière colorante rougira. Si maintenant vous ajoutez à la masse une certaine quantité d'acide sulfurique avide d'eau, celui-ci soustraira à la matière colorante une quantité d'oxygène et d'hydrogène nécessaire pour former de l'eau, et la matière passera au vert, et à un vert d'autant plus solide, que la graisse attaquée par l'acide formera à chacune de ses molécules une enveloppe d'autant plus imperméable. Nous reviendrons sur ce sujet, en nous occupant des matières colorantes.

#### 1829. ÉLÉMENTS ET PARTIES CORRÉES DES INSECTES.

— L'ossification chez les insectes s'est opérée, comme chez les crustacés, mais sur une échelle moins grande. D'après Hatchett, le test des insectes traité par l'acide hydrochlorique fournit 64 de phosphore, et 10 de carbonate de chaux, et abandonne 26 d'une substance d'un jaune clair, analogue au cartilage. Mais il est évident que ce jaune clair de la substance est le produit de l'action de l'acide (1354). D'après Olier, lorsqu'on fait bouillir des cylindres de coleoptères dans une dissolution de potasse caustique, celle-ci en extrait de l'albumine, une matière analogue à l'extrait de viande, une matière grasse, colorée, qui est soluble dans l'alcool et une substance brune qui est soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'eau et dans l'alcool; il reste alors une substance molle, qui formerait, d'après l'auteur, le quart du poids des cylindres, qui se charbonnerait, sans fondre et sans donner à la distillation des produits ammoniacaux; qui serait soluble dans l'acide sulfurique étendu et dans l'acide nitrique, à l'aide de la chaleur. L'auteur a cru devoir, d'après ces caractères, la nommer *chitine*. Mais il est évident que cette différence dans les résultats

est à une différence dans les procédés, et ne pas s'apercevoir que la même substance présente des caractères contradictoires. L'auteur traité par l'acide hydrochlorique et la potasse? Olier s'est trompé, en considérant cette substance, comme ne donnant pas d'ammoniacaux à la distillation; et c'est ce que l'ébullition dans la potasse a facilement dégagé toute l'ammoniac. La distillation, soit encore à ce que l'auteur a fait, pendant la distillation, soit saturée par un acide, et n'aura pas donné aucun signe de sa présence aux résultats. L'auteur ne pas se contenter du témoignage de la distillation, mais avoir recours à une analyse élémentaire, avant d'en tirer une conclusion. Nous sommes convaincu que l'auteur a constaté une grande quantité d'azote dans la substance, qui, à nos yeux, ne diffère pas d'une substance membraneuse des os et des ganglions animaux.

1830. COQUILLE DES OISEAUX D'OEUF. — La coquille de l'oeuf est la couche la plus externe de l'albumen qui s'est ossifiée; et c'est la deuxième couche dont l'ossification est la moins avancée, et qui a conservé une pelliculeuse. La coquille, outre la couche externe, renferme une grande quantité de carbonate de chaux, une grande quantité de carbonate de magnésie, d'oxyde de fer, et de soufre.

1831. CALCULS URINAIRES ET AL. — C'est par la théorie de l'ossification que nous expliquerons la formation de ces calculs. Mais le nombre des substances qui entrent à la solidification de ces divers produits, nous oblige d'en renvoyer l'étude à la deuxième classe de l'ouvrage.

CORRECTION. — Nous reprenons les analyses précédentes, l'observation en a déjà l'occasion de faire à l'égard des os. Non-seulement ces analyses ont des résultats trop vagues et par trop généraux pour représenter la constitution des substances qui en ont été l'objet; mais elles supposant arrivées au degré d'exactitude dont elles sont toutes privées, elles ne devraient être considérées que comme des approximations de la structure individuelle du corps qui aurait fait l'objet de cette recherche, mais nullement comme pour

espèces du même genre, ni même à du même individu. L'ossification en incrustation progressive, et parlant il offrir les mêmes proportions chimiques caractères physiques, dans les circonstances et les phases de son ac-

### iges des os et des ossifications.

USTRIE. — Les os des grands mammifères travaillés en manches de couteaux, en habits, et en autres ouvrages de ce t des contrées entières en France, ville de Thiers, qui ne possèdent pas manufactures. L'astragale du pied de servi de temps immémorial, et sert en s villages de nos provinces, au jeu des enfants. Les habitants de Montient les *tibia* et les *femur* des moue de clous, pour palisser leurs espaleurs murs de plâtras; les clous en, usent les loques et les branches par et leurs aspérités, et ont besoin velés souvent, rongés par le plâtre et dans nos faubourgs, et surtout dans des abattoirs et des voiries, on entreures de jardin, les murs en pisé, les animaux, qui contribuent, comme charpente, à la solidité de ces frèles is.

RE ET PERLES ARTIFICIELLES. — L'inouvait laisser sans usage une subrépandue et d'un aussi bel éclat que la oquilles. Aussi l'a-t-elle fait entrer se des plus beaux ornements de nos et des parures destinées à la toilette or la mode est une contagion qui ne l'escendre de la classe distinguée dans ns heureuse; le pauvre a été tenté de son tour de nacre et de perles; la ne illusion capable de faire trêve au ques instants au dénûment et à l'in- s la nature n'a pu suffire à tous les rès avoir fourni de perles et de nacre premier, comme de raison, il s'est n'en restait plus pour le pauvre. été à celui-ci de recourir à l'art et à qui lui donnent toujours des équiva- yen d'ingénieux mensonges. Nous s lors des nacres et des perles pour s et pour toutes les bourses; mais des biles à mentir, que bien des parures

naturelles, prises au subterfuge, ont porté envie aux perles qui ne sont point sorties de la mer.

La beauté de la nacre et de la perle étant l'effet du poli de la surface et de la blancheur chatoyante de la substance, l'industrie a obtenu le poli au moyen du verre, et le chatoiement au moyen des molécules nacrées, isolées et tenues en suspension par un acide; ces molécules, en s'appliquant contre la surface interne d'une lame mince de verre, ont reproduit de la sorte les *irisations* que l'on obtient en physique par les couches de mince épaisseur. Pour arriver à ce résultat, on a commencé par dissoudre, dans de l'acide acétique étendu, les écailles des petites ablettes, genre de poissons qui, jusqu'à présent, a fourni à cette industrie les meilleurs produits. D'un autre côté, on a soufflé à la lampe (362) de petites bulles de verre d'une très-mince épaisseur; par la petite ouverture de ces bulles, on a insufflé la dissolution des écailles contre les parois internes de la bulle; et la bulle ainsi tapissée et comme étamée par cette couche nacrée, a pris tout à coup les caractères de la perle naturelle. Afin de rendre l'adhérence de la dissolution plus durable, on a ensuite injecté de la cire liquide, qui, en refroidissant, a formé une couche plus interne encore, capable de maintenir l'autre en position.

Il ne faudrait pas croire que l'acide dissolve la substance nacrée; en effet, la nacre étant un *stuc* formé par l'incrustation du phosphate, et surtout du carbonate calcaire sur la membrane animale, la dissolution, en se reportant uniquement sur le sel calcaire, détruirait par le fait la nacre elle-même. Mais l'acide, que l'on a soin d'employer étendu d'eau, en attaquant çà et là le sel calcaire, ou en dissolvant çà et là les molécules qu'il rencontre, isole, par cela même, les molécules qu'il n'a pas attaquées; celles-ci montent en suspension et se distribuent dans le liquide; elles gardent par conséquent leur caractère nacré, puisqu'elles conservent l'état de combinaison d'où résulte la nacre; et ce sont elles qui, en s'appliquant sur la surface interne de la bulle de verre, produisent l'illusion qui a fait le succès de ce genre d'industrie. L'acide transporte la nacre chatoyante, et la moule sur la surface du verre, qui lui rend ainsi le poli de ses premières surfaces.

Il est de la nature des perles d'être fragiles, et l'art en a imité jusqu'à la fragilité; une perle solide et dure ne serait pas une perle. Mais il n'a pas été aussi facile de reproduire la nacre, avec l'épaisseur et la solidité qu'exigent d'autres espèces d'ornement. La nacre, en effet, est, en ce cas,



taillée dans l'épaisseur même de la valve d'une coquille ; elle offre alors une assez forte résistance, et se prête impunément au frottement et à tous les mouvements que doit supporter un ustensile, et qui auraient bientôt mis en éclats la nacre artificielle, si on cherchait à l'étendre sur une surface de verre soufflée au chalumeau. Cependant les fabricants de bijouteries fines et de ces verroteries dont les négriers des colonies sont encore plus avides que nos villageois, les fabricants ont senti la nécessité d'imiter la nacre, comme ils ont imité la perle, mais cette fois leur gêne s'est trouvée en défaut. Voici les deux moyens que nous leur avons proposés d'employer.

1<sup>o</sup> Mélangez du blanc d'œuf, ou de l'amidon de pomme de terre bœufi, ou de la gomme arabique, avec de la chaux vive en poudre, et imprimez la pâte sur un moule en verre de la forme que vous avez envie de reproduire. Lorsque la pâte sera sèche et qu'elle vous paraîtra d'un beau poli, passez-y ça et là une couche la plus mince possible d'huile de térébenthine, ou d'un peu d'eau de Cologne, ou d'une tout autre dissolution alcoolique ou éthérée d'une huile essentielle, au moyen d'un simple bûge que vous aurez imprégné d'un peu de ces substances. Il est probable qu'après que quelques essais vous aurez parfaitement imité la nacre, la chaux et l'albumine donnant la teinte jaune de la nacre. le mouage ou ayant donné ce point, et la couche d'huile essentielle, qui se sera attachée à la surface, produisant les irrégularités qui distinguent la nacre naturelle.

2<sup>o</sup> Étendez ce *sluc* en une couche très-mince; et après sa dessiccation, recouvrez le d'une couche d'allumene dissoute et agitée dans l'eau. Puis après la dessiccation de ce, et ci, placez une nouvelle couche mince de même *sluc*, et multipliez cette alternance jusqu'à ce que vous ayez atteint l'effet désiré et l'épaisseur exigée par la nature de l'ouvrage. Alors passez l'enduit imperceptible d'une essence, comme ci-dessus.

5<sup>e</sup> Enfin, si tous ces moyens étaient insuffisants, ayez recours au placage, non pas au moyen de plaques enlevées à la nacre des coquilles, ce qui serait impraticable, mais au moyen de ses petites écailles lissées de certains poissons. À l'aide d'un emporte-pièce, vous pourriez découper sur le même modèle ces petites écailles empilées ; et appliquées au moyen d'un mastix blanc sur une surface quelconque, elles la revêtiraient d'une mosaïque de nacre naturelle, dont vous pourriez masquer les jointures par un travail d'orfèvrerie, qui n'est plus de la compétence du chimiste.

1853. AGRICULTURE. — Les ossements de sels calcaires, très-riche en substance réunissent à la fois les conditions d'élément qui divise la terre, et d'un élément les végétaux. Dans tous les pays culture des morts a été usitée, on a vu l'emplacement des anciens cimetières, donnait des moissons abondantes, alors le temps avait dévoré les chairs, et qui plus que les os blanchis des généraux enfoncés, et l'expression d'un *engraisser les sillons*, a été de tout cri de guerre du laboureur forcé de charrier pour l'épée. Les os sont de cette propriété, non-seulement à l'usage chimique, mais encore à leur structure, à leur porosité, condition de tout amendement et de tout engrais, données sans préparation et avec leur forme unique, dans le sein de la terre, ils ne sent que lentement, et par couches successivement la végétation que par leurs sorte qu'il en faut une grande quantité, sous cette forme, un résultat. De là est venue l'idée de les broyer seuls et de les mêler en poudre avec le sol, sous cette forme ils se décomposent plus promptement, ils fument davantage. Dans les pays de manufactures d'os, on n'engraissent les terres, et on y broie les os dans les moulins à vent. Mais les agriculteurs ont remarqué que cette poudre n'opère tout d'un à deux ans, lorsque on la répand sur le sol, et qu'on laboure immédiatement, elle doit valoir selon l'hygrométrie. En effet, les os en poudre, quoique très-fines fermentescibles, manquent promptement du véhicule essentiel de toute fermentation. Si on les repand au printemps sur un terrain sec, leur action sera peu prolongée, ils se repand en arroyons, et puis leur communiqueront pour le printemps les essences de tout engrais. Mais dans les cas, il est mieux de faire par où le sol ne produit pas toujours d'une manière régulière. Il vaut mieux repandre qu'ils ont fermenté, que de laisser agir de les rendre fermentescibles, à cet effet on mélange la poudre d'os en las sur la recouvre d'un peu de terre et de terre s'aperçoit que la masse devient liquide, on la mole à la terre meuble, jusqu'à ce qu'elle soit friable, et on la repand

à 20 hectolitres de poudre d'os, pour étaler, selon que le terrain est plus ou moins aride.

**JUGÉ.** — Dieu nous garde de laisser nos os de ceux qui nous ont précédés dans la tombe. Comment? confier à la terre qui nous a nourris, à la terre de celles qui nous ont allaités, et à la terre qui nous ont élevé notre enfance! Quel sacrilège! quelle violation du respect pour les morts! Il n'est permis qu'aux os des animaux de se confier à la terre et à l'air; il n'est permis qu'aux os des hommes de se confier à la terre et à l'air, pour qu'ils soient inutiles; en réduisant les os aux vents, pour que les vents les emportent au ciel, ou bien les confier à la fosse, où ils deviennent, en pourrissant, le germe de nouvelles vies qui empoisonnent ceux qui vivent. Non, pas, pour lire, dans leurs entrailles, des secrets utiles aux mortels! Le peuple se révolte d'indignation contre ce sacrilège; ses bouchers ont horreur de voir les os du chirurgien. N'y touchez pas pour satisfaire au culte des vivants, et ne jetez pas en momies ces restes défigurés par le temps. Égyptien qui vous invite à cette fonction, poursuivit à coups de pierre quand il vit que vous n'obéissiez pas à son service. Mais dès que le jour aura été rendu, fuyez bien loin, en laissant une larme vraie ou mensongère; ne touchez pas l'objet un instant au-dessus de votre cœur; il n'est plus bon pour la pourriture; n'en gardez rien pour allonger la prière des morts; ne jetez rien en terre, et dans une terre déserte et sauvage, entourée de murs, les chiens gardent de toute escalade, bien mieux qu'une sentinelle vigilante. Dans les pays plus civilisés, cultivez, sur le terrain, des arbres et des plantes d'ornement; vous cueillerez les fleurs et dont vous ferez les parfums; mais gardez-vous de jeter les plantes utiles, des arbres à fruits; le jardinier, moins civilisé que vous, trouve que les os qui mûrissent sur les tombeaux sont plus utiles que ceux de vos serres; mais vous, préjugé qui veut qu'après avoir été utile pendant votre vie, vous soyez condamnés à être nuisibles après votre mort; ordonnez qu'ils ne se laissent pourrir tranquilles; le sacrilège est de les toucher, et les vers seuls ont le

monopole de ce sacrilège. Quand l'époque de la fermentation aura passé, et que la terre aura dévoré à la fois et le corps et la tombe, et l'épithaphe et le cercueil, et qu'elle ne recouvrira plus que des os sans nom et des débris que personne ne réclame, ordonnez que cette terre soit rendue à la culture; mais alors que les ossements, enlevés un à un par des mains indignes, soient portés à tombeau dans des carrières abandonnées, dans des catacombes, pour y être rangés en murs parallèles, ainsi que nos chantiers de bois, avec des croix de tibias et de fémurs, surmontées de sentences tirées de Gilbert, qui mourut de faim, comme tant d'autres. Alors vous pourrez circuler sans sacrilège, entre ces rangées d'ossements dénudés de leurs chairs, et visiter, une lampe à la main, cette vallée de Josaphat, qui n'attend plus que le dernier son de la trompette. Pauvres mortels! enfants qui ne savez que pleurer tous les quarts d'heure et jouer à la procession tous les huit jours; pour qui tout est horrible et rien n'est saint; qui êtes dévots et ricaners, blasphémateurs et superstitieux; mais jamais grands et forts, religieux et conséquents avec vous-mêmes; levez donc les yeux vers la lumière d'où vous émanez, et osez fixer ces lois qui roulent sur vos têtes, en un cercle dont chacun de vous est un point. Raisonnez vos actions, et faites-nous frêve de vos vaines paroles, de ce bavardage d'étiquette, de ces formules invariables de douleur; étudiez la nature hors de vous et en vous, et vous serez moins poltrons le soir, et meilleurs économistes le jour.

Dans un pays dont je ne me rappelle pas le nom, il était un peuple doué d'un cœur aimant et d'un esprit droit, qui savait rire de bonheur et jamais de malice, qui souriait souvent et ne riait jamais aux éclats, pour qui la nuit était un heureux rêve, un souvenir de la veille, et le jour la réalisation du rêve de la nuit; qui passait à être utile et prévoyant les longues journées que nous passons à dire des riens et à ne rien faire; peuple agronome et industriel, et dont le commerce n'était qu'une voie d'échange; il utilisait tout, et croyait que perdre quelque chose faute d'emploi, c'était insulter à la nature, qui ne laisse rien d'inutile. Là le vieillard en mourant faisait un legs de son corps à celui de ses petits-enfants qui lui paraissait devoir en faire le meilleur usage, l'usage le plus utile à tous; il le léguait au physiologiste du pays, pour y chercher le secret des douleurs, dont il lui indiquait la trace, et pour apprendre aux autres les moyens de s'en préserver.

ver ou d'en tarir la source; par substitution, il le légua à l'industriel et à l'agronome, fier de penser que ses restes solides, façonnés après sa mort par une main habile, orneraient la région du cœur de son enfant chéri, et que tout ce que l'industrie refuserait d'utiliser, irait porter dans la terre un germe, non de miasme, mais de fécondité; enfin qu'il nourrirait de sa chair et de son sang après sa mort, les enfants qu'il avait nourris de son travail pendant sa vie. Le champ dépositaire d'un tel trésor n'était point un sépulchre pour les enfants qui l'avaient en partage, une terre maudite des cieux et des enfers; c'était un champ béni, un lieu saint, comme tous ceux que le travail explore et où la reconnaissance prie. Le père et l'ami étaient là, non pas infectant l'air de leurs miasmes, mais fécondant, par une heureuse transformation, le sol destiné à nourrir ceux qu'ils avaient tant aimés, et quand la récolte était convertie en pain sur la table, la prière commençait par ces mots : *Ceci est son corps, ceci est son sang, il ra revient en nous, comme nous avons vécu en lui.*

Ce peuple, pour qui tout était utile, et pour qui tout ce qui était utile était également saint, ce peuple ne vous paraît-il pas plus avancé en civilisation que nous, aux yeux de qui tant de choses que nous vénérons la veille deviennent tout à coup des objets de rebut; nous qui établissons des catégories dans les lois que la nature a créées si uniformes, qui avons horreur à la vue de tant de choses qui nous font vivre, et qui, si nous étions conséquents, devrions mourir de faim, plutôt que de toucher au moindre des mets qu'on sert sur nos tables?

Sous le rapport qui nous occupe, il faut avouer que les Français sont encore les plus avancés de tous les peuples, et pourtant ils sont bien peu avancés. Le pas qu'ils ont fait loin des préjugés qui affligent les autres peuples, ne les a pas portés fort loin. Espérons qu'à mesure que les études d'histoire naturelle se propageront dans l'enseignement élémentaire, nous deviendrons de plus en plus un peuple rationnel dans ses croyances et conséquent dans ses actes; que nous saurons concilier l'industrie, qui utilise, avec la piété,

qui vénère; transformer nos cimetières, l'horreur des tombeaux en d'une plus douce espérance, et les putréfaction immonde en produits de décomposition qui profitent à tous; en nissant avec un peu de chaux vive, ceux qui ne peuvent plus être utiles d'une manière, et en sanctifiant la terre qu'il a léguée en héritage, par les molécules phosphorées d'un corps, que nous ne possédons avec les formes sous lesquelles nous l'avons tant aimé vivant.

1856. GÉLATINE ET COLLE FORTE ET ÉBULLITION DES OS, etc. — Papin, le premier qui ait conçu l'idée de réduire la gelée par la puissance de la vapeur de marmites susceptibles de se fermer hermétiquement, et de supporter une pression considérable. C'est dans ces vases qu'il soumettait l'eau des os des animaux à l'action de la vapeur. Il en retirait une gelée qu'il proposait d'employer en bouillon aux indigents et aux malades. Nous renverrons à l'article de la chimie que nous avons à dire de la gélatine; nous n'en traiterons ici que comme aliment chimique.

1857. Les tissus animaux étant une des bases de la substance organique de la base terreuse de l'autre (1775), nous nous proposons de faire une étude progressive dont l'albumine soluble est le premier degré, et l'os le dernier. La cause d'action qui sera capable de rompre l'affinité organique et de séparer ce qui est intimement uni, ramènera l'état, non pas alhumineux, mais c'est-à-dire à un mélange de substance, de sels calcaires et d'eau, à une commencement de toutes ces substances d'un tissu jeune et éminemment aqueux. L'eau désagrège les molécules du tissu; la vapeur d'eau agit avec cette puissance qui sont les tissus les plus compactes et les plus durs. À plus forte raison agira-t-elle de promptitude et moins de dépense sur toutes les autres membranes, des

(1) Arago, après Darcet, a trouvé qu'il était permis de recourir, en faveur de Papin, la révolution qu'a opérée Watt, par l'emploi de la vapeur, nos académiciens sont très-entendus à recourir, en faveur des morts, ou de leurs idées, qui ont le bonheur d'être encore en vie, mais dans cette circonstance, et à ce prix, il fallait remonter un peu plus haut, et voir toutes les applications de Watt dans les procédés de l'analyse chimique, qui n'a jamais ignoré la force d'expansion de la vapeur

d'eau, et même dans ceux du premier Prométhée, et qui apprit à ses dépens que la flamme est une force. La découverte d'une application heureuse, jamais la conséquence immédiate de la découverte même, et Watt n'en continua pas moins à jouir de la gloire de l'application, qui a logé nos machines, et une si grande capitale aux

ère du présent genre. Aussi peut-  
le avec la peau, les cartilages, les  
bols des animaux de toute espèce.  
lupart de ces substances, l'ébul-  
n suffit à les transformer en colle.  
près de vingt ans, Darcet a repris  
duction de la gélatine dans le ré-  
re, avec une persévérance qui n'a  
lée, grâce à Dieu, de plus de suc-  
véance de Papin, quoique l'auteur  
is soin, à chaque objection nou-  
r les procédés, et de modifier les  
manipulation.

vu extraire la gélatine des os par  
ide hydrochlorique; et, d'après lui,  
par la saturation de l'acide au  
ouate de soude, ou de la craie, ou  
représentait identiquement la géla-  
l'obtient par l'ébullition ou par la  
réconisait, non-seulement en qua-  
té, mais encore en qualité d'ali-  
le prétention renfermait une erreur  
conseil dangereux.

nce extractiforme obtenue par le  
'acide hydrochlorique, ne saurait  
avec la gélatine obtenue par la  
on dans l'eau. En effet, une chose à  
lève une immense partie de ses élé-  
rait plus être la même que celle à  
ve tous ses éléments intègres. Or  
lorique prive les os de tout le car-  
e incrusté, de tous les sels non  
e le tissu, d'une grande proportion  
t de l'albumine qu'il rend solubles  
nfin l'action de l'acide ne saurait  
léger ce qu'il ne dissout pas, après  
lé de tout ce qu'il peut dissoudre;  
pas, dans les arts, plus de ménager  
der que dans le laboratoire, et nous  
à reconnaître les modifications qu'il  
es les tissus albumineux (1534).

étention renfermait un conseil dan-  
réconisant comme alimentaire une  
i s'était imprégnée d'un acide aussi  
r nous posons en fait qu'après avoir  
istance organisée ou organisable par  
ra impossible à la chimie de l'en dé-  
manière complète et de la rendre à  
état; et il est certain qu'elle en ren-  
que des traces, même alors que  
élèra sa présence en aucune manière  
En effet, l'acide pénètre à travers  
rois et les molécules, et imprègne

toutes les membranes; cela est incontestable,  
puisqu'on l'emploie pour dépouiller jusqu'aux der-  
nières molécules organisées, des sels terreux qui  
les incrustent ou qui leur sont combinés intime-  
ment. Il paraîtra encore incontestable, à ceux qui  
auront suivi la série de nos observations jusqu'à  
ce point de notre ouvrage, que l'acide, en péné-  
trant ainsi dans les replis les plus cachés du tissu  
organisé, en dissoudra les molécules qui sont  
plus aqueuses que les autres. Or, quand vous  
chercherez à saturer l'acide, en laissant le tissu  
cartilagineux plongé dans une dissolution de car-  
bonate alcalin, il est certain que toute la portion  
dissoute par l'acide sera précipitée par sa satura-  
tion; il doit donc paraître évident que cette por-  
tion viendra former une enveloppe imperméable  
aux autres quantités d'acide, que le précipité aura  
emprisonnées dans son centre à l'instant de sa  
formation, ou qui se trouveront emprisonnées  
entre les mailles du tissu insoluble, auquel le pré-  
cipité viendra adhérer. Ces quantités d'acide se-  
ront ainsi protégées contre l'action du carbonate;  
en sorte que, lorsqu'après bien des lavages on  
essayera la gélatine aux réactifs, rien n'indiquera  
la présence d'un acide qu'aucun réactif ne saurait  
atteindre; on prononcera donc à tort alors que la  
substance organisée n'en renferme pas même des  
traces. Mais malheur à celui qui, rassuré par de  
semblables inductions, consacra à l'industrie ou  
à l'économie domestique un semblable produit; il  
ne tardera pas à reconnaître, aux dépens de ses  
ustensiles ou de son estomac, la présence corro-  
sive de l'acide qui s'était jusque-là dissimulé avec  
tant de succès; car la digestion ouvrira à l'acide  
des issues que la précipitation lui avait fermées,  
et le mettra en contact avec des parois sur les-  
quelles son application sera certainement moins  
innocente. L'expérience a confirmé toutes ces pré-  
visions; on ne tarda pas à abandonner comme  
aliment la gélatine ainsi préparée, quoique Darcet  
eût soin de soumettre à l'ébullition le cartilage  
obtenu, et d'ajouter à la dissolution un peu de  
bouillon de viande et des racines végétales, dans  
le but d'en masquer, disait-il, l'insipidité, et de  
l'aromatiser; et il est surprenant de voir Thénard,  
dans sa nouvelle édition, maintenir encore  
(tom. V, pag. 206) une application, dont l'inventeur  
a fait lui-même justice. L'industrie a suivi de près  
l'exemple donné par l'économie; et on évite de se  
servir de cette colle dans toutes les préparations  
qui se font avec des vases de métal, et surtout de  
cuivre non étamé. Darcet a cherché à expliquer la  
défaveur qui a accueilli cette tentative, en se re-



jetant sur la malveillance et la mauvaise préparation. C'est un fiche de consolation qu'il faut laisser à l'insuccès, et sur laquelle nous n'insisterons pas davantage.

1840 Aujourd'hui, Darcel extrait la gélatine au moyen de la vapeur d'eau, qu'il fait parvenir sur les marmites remplies d'os, et munies à leur base d'un robinet, lequel permet à toute la substance rendue coulante d'être recueillie à fur et mesure qu'elle se forme. A cet effet, on broie les os, en les faisant passer entre des cylindres cannelés, parce que, lorsqu'on les pile ou qu'on les râpe, ils acquièrent une saveur empyreumatique, qu'ils communiquent au bouillon. Cela fait, on introduit ces os broyés dans un panier en fil de fer; on plonge celui-ci dans une marmite cylindrique, que l'on recouvre d'un couvercle qui s'y adapte hermétiquement. La vapeur arrive dans chaque cylindre, au moyen d'un conduit métallique, sous une pression de 960 mil. lin., c'est-à-dire engendrée par une chaleur de 106 à 107°. Et bientôt on peut retirer, par le robinet, et la graisse que la vapeur a fondue, et la gélatine qu'elle a rendue coulante. Comme il faut quatre jours pour que les os soient épuisés, on ajoute tous les jours une nouvelle quantité d'os à chaque cylindre, afin d'obtenir un travail régulier et continu. Le panier en fil de fer est destiné à tamiser la gélatine qui se forme, et à retenir, comme sur un filtre, les os qui seraient dans le cas de se glisser avec la gélatine, pour aller obstruer l'orifice du robinet. Avant de chercher à recueillir la gélatine, on dégraisse les os broyés à l'eau bouillante ou à la vapeur non comprimée.

1841. D'après Barret, les os complètement épuisés de gélatine, par le moyen de la vapeur, étant bien lavés, séchés, et pulvérisés, se mouillent difficilement, lorsqu'on les plonge dans l'eau; on en sépare de la graisse, en les traitant par un excès d'acide hydrochlorique; l'essence de térébenthine en culève du savon de chaux. Les portions les plus épuisées contiendraient encore 92 de résidu terreux, et 8 de matière animale, ce qui, d'après l'auteur, indique que l'on a converti en savon de chaux, et par conséquent perdu 4 ou 5 kilogrammes de graisse, par 100 kilogrammes d'os.

1842. Il est évident que la vapeur n'extrait pas toute la gélatine des os ou en altère une partie, et la formation d'un savon de chaux, par lequel l'auteur explique la perte observée, est une hypothèse qui n'est fondée ni en théorie ni sur l'expérience. Car pour former un savon de chaux

avec un carbonate, il faudrait ou bien celui-ci alcalin, ce que la vapeur d'eau ne produit, ou avoir déjà un savon de carbonate calcaire décomposerait l'huile, ce qui n'est pas. Ensuite, il est évident que la gélatine obtenue par ce procédé est identique avec celle obtenue par le procédé de Papin, non-seulement parce qu'elle renferme tous les sels insolubles et l'autre élimine, mais encore parce que, par le procédé de Papin, elle reste plongée dans une quantité d'eau qui ne saurait manquer à elle, et de lui imprimer des qualités de colle, et comme produit.

1843 Par le procédé de Pajon ,  
 toujours une certaine quantité d'am-  
 cause des portions d'os qui se trou-  
 tact immédiat avec les parois trop  
 la chaudière , et qui se brûlent là , a-  
 dant un instant , comme par la disti-

1844 Nous avons donné plus haut l'analyse élémentaire de la gélatine, et la laquelle la combinaison de ses nombres. lieu Quant à l'analyse par les réactions, elle présentera des différences essentielles, non-seulement en raison de ce qu'on aura suivis pour l'obtenir, mais surtout, en raison des substances dont on l'aura extraite. Comment savoir de prime abord, que la gélatine osseuse, et imprégnée ou même pétrifiée et de carbonate calcaire, donnera ce qu'on rechercherait en vain dans la gélatine venant de la peau et du cuir? Dans ces différences ne se jelleraient-elles pas, si l'on ne compte de ces données, lorsqu'on évalue les résultats? Aussi dans le chapitre L'on deux espèces qui peuvent sous cette rubrique la gélatine propre et la colle; c'est-à-dire la gélatine des substances osseuses ou cornées traitées par la vapeur d'eau comprimée, et celle qui est des peaux et rognons de cuir, par la solution dans l'eau, en vase ouvert.

1845. Depuis longtemps, les chimistes ont connu que la gélatine n'existe pas telle qu'elle est le produit de la manipulation à propos de désigner, par un nom, une substance inconnue qui se transforme chez des tissus d'une structure et d'une fonction chimique si diverses, mais il s'agissait avant l'idée de nommer une inconnue.



lius a été une bonne fortune pour n'a pas manqué de créer le mot de signer, en 1834, cette substance ait d'examiner plus tard; encore un *ibrine* ou *albumine* combinée en e nous arrêterons pas davantage à tion.

épare la colle, en soumettant les es tanneurs enlèvent de la surface eau, les tendons, les cartilages, les res de certains poissons, à l'ébulli-, jusqu'à ce que ces matières ani-assez étendues d'eau pour se trans-gelée, que le liquide se couvre, se prenne en une masse tremblo-roidissement, et se solidifie par la n se sert, à cet effet, d'une chau-ond est jonché d'une bonne couche empêcher la substance animale de parois échauffées, avant d'avoir t imprégnée d'eau par l'ébullition, querait pas de la décomposer. A substance prend le nom de *colle* u'on y a ajouté préalablement un canne, et qu'on l'a coupée en pe-ongées, elle prend celui de *colle à* donne aussi la forme de larges rentes, qui servent au décalque ou à la construction des rappor-de mathématique, etc.

et état, la colle est solide, cassante. colorée en jaunâtre; elle se ramollit, et à sec à 34°; elle entre en fu-peut même alors être filtrée; elle e odeur particulière connue sous colle forte; elle sert à joindre deux tient rapprochées avec force, jus-elle se soit de nouveau solidifiée ement. La colle mêlée à beaucoup celle que l'on retire de l'ébullition es et non tannées, sert très-bien rs peints contre les murs ou sur s; à coller la pâte du papier à un savonule et à de l'alun. Mais force de la *colle forte*, que par la bstance réduite préalablement à

s préparations culinaires, on re-t agréable, par l'ébullition dans le de poisson du commerce, qui forme d'anses torsées, résultant n des vessies natatoires des pois-is du *gadus merlucius* fournis-

sent la plus belle sorte d'ichthyocolle. Les longues bandes que l'on vend roulées sous la forme ci-des-sus, proviennent, dit-on, des intestins de la mo-rue, *gadus morrhua*. On détord ces cordons, on les divise en petites parcelles que l'on jette dans l'eau bouillante, on édulcore la gelée avec du su-cre et on l'aromatise avec des essences; on se sert aussi, à cet effet, des râpures de la corne de cerf. Quant à la gelée que l'on retire des tendons, et des pieds de veau, on en relève l'insipidité par des épices et du sel marin.

1849. On emploie à froid la dissolution de la colle de poisson, à coller le vin, en place de l'albumine, qui cependant est généralement préférée (1844).

1850. La gélatine, sous quelque forme qu'elle se présente, est insipide, inodore, si elle a été traitée avec soin; elle n'est ni acide ni alcaline.

1851. Si l'on chauffe et qu'on laisse refroidir à plusieurs reprises une solution de colle, on détruit la force de cohésion de ses molécules, et on lui fait perdre sa propriété de se prendre en gelée. Abandonnée à l'air libre dans l'eau à une tempé-rature de 15 à 20°, elle devient acide, puis ammo-niacale, ou ammoniacale puis acide, selon que le local est plongé dans les ténèbres ou exposé à une vive lumière, et que la colle est plus ou moins étendue d'eau. L'alcool la coagule, ainsi que le chlore; mais celui-ci reste dans le mélange, d'a-près ce que nous avons dit plus haut, et lui im-prime des propriétés, dans lesquelles Thénard et Berzélius ont cru voir des caractères d'un nouveau composé, auquel nous ne croyons pas devoir nous arrêter, crainte d'avoir à répéter ce que nous avons dit de l'action du chlore sur les solutions organiques, et principalement sur l'albumine. L'acide sulfurique produit sur la colle et la géla-tine, les mêmes effets que sur le ligneux (1160) et les muscles (1683); elle les transforme en sucre, et, d'après les auteurs de l'ancienne mé-thode, en leucine, ou matière animale moins azotée. L'acide nitrique la convertit en acides malique et oxalique (1159), en tannin et en graisse; le mélange détone, si l'on évapore jus-qu'à siccité. L'acide acétique ramollit la colle et la dissout à la fin, de même que cet acide dissout l'albumine. La potasse caustique et même l'am-moniacque la dissolvent comme l'albumine, mais en occasionnant un précipité de phosphate de chaux. Elle ne se précipite ni par l'hydrate de chaux, ni par l'alun, ni par l'acétate ou le sous-acétate de plomb; mais elle contracte, par un contact prolongé avec ce dernier réactif, un aspect laiteux; elle n'est pas troublée par le sul-

rate de fer ; mais si on ajoute de l'ammoniaque à la dissolution du sel, de manière à en former un liquide d'un rouge intense, cette dissolution précipite la colle sous forme d'un caillot rouge. Les chimistes ont vu des combinaisons atomistiques dans la plupart de ces précipités ; nous avons suffisamment démontré ci-dessus (941) le peu de solidité de cette hypothèse ; si elle était en effet admissible, les chimistes n'auraient qu'un tort, ce serait d'en avoir trop restreint l'application ; car il n'est pas de substance, si insoluble qu'elle soit, qui n'apparaisse entrer à ce prix en combinaison avec une colle qui se précipite.

1852. De toutes les observations précédentes, il résulte que la *gétatine* est un produit altéré par la chaleur, et qui ne représente nullement le mode selon lequel la substance animale se trouvait dans l'état de vie et d'organisation. Il en résulte encore que cette substance, quoique originellement identique, se modifie aux yeux du chimiste, selon les procédés d'extraction et la structure des tissus d'où elle tire son origine, jusqu'à présenter, par les diverses réactions, des caractères diamétralement opposés en apparence, mais qui, en réalité, ne dépendent que de la quantité et de la qualité des sels solubles ou terreux, qui sont associés ou combinés à l'albumine, dans le tissu vivant. Sous ce rapport, et si l'on ne tenait pas compte de l'avertissement, on pourrait enrichir la nomenclature d'un nombre indéfini de *gétatines*, de *gelees*, de *colles*, etc., à mesure qu'on se mettrait à la recherche de ces sortes de produits.

1853. NOIR ANIMAL. — Les os brûlés en vase clos, et de manière à soustraire complètement la membrane animale à l'oxygénation, fournissent un noir qui réunit toutes les qualités du noir animal, que les fabricants recherchent tant, pour la clarification du sucre et des sirops.

1854. COLORATION DES OS. — Depuis l'introduction de la culture de la garance en France, les paysans du Midi (\*) ont remarqué que les os (des animaux, à qui l'on servait la fane de cette rubiacée en fourrage, contractaient une couleur d'un beau rouge. La matière colorante de la garance passe donc de la sorte dans le sang par le chyle, et dans les os par la circulation du sang. Ce phé-

nomène semble indiquer la grande matière colorante de la garance à pourpre, soit pour les phosphates, soit pour les borates ; et il nous semble que l'industrie ferait bien d'essayer si l'action de ces et des phosphates calcaires réunis n'est pas de contribuer à la fixité et à l'éclatation. Nous ne pensons point qu'on ait cherché à fabriquer les boutons d'os et matelasserie, avec les os colorés par la garance ; l'Alsace et le Midi fourniraient un assez grand nombre de ces produits.

1855. RAMOLISSEMENT DES OS. — Plus rongé que cette malade humide et malsaine, dans les habitations ; le rachitisme est en général la société souffreteuse et mal organisée, mal du présent, sans penser à améliorer son origine. Tant que l'État et la cité choses distinctes, tant que la surveillance n'aura mission de s'occuper que des voleurs, tant qu'elle ne se p' d'épurer les mœurs ni de régler et par un heureux choix les rapports de qu'elle se contentera d'assainir les les maisons, ces foyers mystérieux tions se renouvellent, nous serons voir les belles générations de nos de nos fertiles plumes venir se ramolir dans le gouffre des grande.

1856. L'os se ramollit par la cause celle qui ossifie les membranes ; les sels calcaires, au lieu de continuer à des quantités nouvelles, pour suffire l'oppolement indéfini ; ces sels calcaires au lieu de s'incruster, ou passent à torrent de la circulation, au lieu précipités par l'absorption sur les os. La digestion fournit-elle moins calcaires à la circulation ? La circulation l'oppe-t-elle, dans ces régions os humeur acide qui dissout les sels et ainsi dire l'organe, ou bien un os les décompose par double décomposi-

(\*) Nous n'avons pas été le moins du monde surpris de voir, en 1837, un ex-maire provençal, agronome bien ignoré jusqu'au jour de son avènement, se faire adjuver, par sa subvention, la découverte du phénomène, qui, depuis cinquante ans, se trouve cité dans tous les livres d'anatomie. Nous sommes

loin de vouloir nous opposer à ce que les faits au secours de la science qui s'en font ; mais nous nous défendons de passer à cet homme, nous en sommes spécialement chargés du département de la dé-

à la solution duquel il serait peut-être arriver, en variant les traitements, et traitant des substances éminemment phosphorées.

# CINQUIÈME ESPÈCE.

## Tissus cornés.

Je comprends sous ce nom tous les ossifications que sont en état de subir les papillaires des nerfs, une fois en contact du monde extérieur. Car nous savons (1781) que tous les tissus étaient combinés avec des sels calcaires, à s'en ossifier enfin. Mais cette ossification est une échelle, avec des proportions, et des degrés physiques différents, selon que l'on manifeste cette tendance se trouve à tel ou tel ordre de tissus; et l'on voit une ligne de démarcation fort tranchée, entre l'ossification des régions musculaires, qui sont os proprement dits (1784), et l'ossification des tissus nerveux, à laquelle s'applique la dénomination de *tissus cornés*; ces derniers prennent des caractères différents, ils sont immédiatement en contact avec l'air ou plongés dans une cavité moins souillée, enfin suivant que les papilles qui ainsi arrivent au derme ou aux muscles ont deux distinctions à admettre entre les cornés: les *tissus cornés* proprement dits, les *tissus dentaires*, ou bien les *tissus du derme* et les *tissus cornés des muscles*. La question ainsi posée, nous avons à la résoudre en deux parties: 1<sup>o</sup> Dans l'une, nous tâchons de démontrer l'origine nerveuse de ces ossifications; et 2<sup>o</sup>, dans l'autre, nous faisons l'observation de ces tissus, en suivant leur développement, en commençant par ceux chez lesquels la ossification s'est arrêtée à la consistance la plus molle, en terminant par ceux chez qui l'ossification est arrivée à son plus grand état de dureté.

## Origine nerveuse des tissus cornés.

Nous avons vu avec quelle variété de fonctions, les extrémités papillaires des nerfs nerveuses viennent s'organiser au contact de l'air extérieur. Chacune d'elles se termine en un organe, par un sens, dont l'origine est exactement la même, mais dont

les dimensions peuvent s'étendre, depuis la cupule d'appréhension de la surface palmaire (1632), jusqu'au globe de l'œil. Nous reconnaissons l'origine de chacun de ces organes, en suivant avec le scalpel le nerf d'où il émane, jusqu'au point de contact de l'organe et du nerf; or, si nous cherchons à appliquer le même procédé à l'étude des poils, glandes externes, ongles, cornes, dents, etc., nous découvrirons qu'ils émanent tous de l'extrémité d'un nerf, dont ils sont la continuation et la papille externe, et que, dans le principe, tous ces appendices, si compliqués et si cornés qu'ils soient à leur entier développement, n'offraient pas la moindre différence d'aspect et de structure, avec les papilles destinées à devenir organes des sens.

1850. Chacun sait que les dents tiennent toutes à un gros nerf, qui, d'après les anatomistes, pénétrerait sa substance en s'y ramifiant. Mais si on en suit le développement, en commençant cette étude à l'époque de la vie fœtale, on voit que la dent, dès qu'elle donne des signes de sa présence, n'est qu'une tubérosité papillaire placée au bout du nerf, comme le globe de l'œil au bout du nerf optique, et qui s'avance, comme dans un interstice cellulaire, pour se faire jour au dehors. Il est évident, à cette époque, que la dent embryonnaire est une continuation du nerf, une expansion de sa substance, une gemme terminale de ce rameau.

1860. L'épiderme d'un fœtus de brebis, long de 12 centimètres environ et conservé dans l'alcool, se présente au microscope (pl. 13, fig. 8) parsemé de globules égaux en diamètre, également répandus autour de taches blanches disposées en quinconce, et qui semblent déjà indiquer la place où doivent naître les premiers poils; chaque globule devant successivement s'épanouir en une tache semblable, pour devenir poil à son tour à une époque plus avancée. Sur les portions où le cuir chevelu est plus avancé en développement, telles que la région des tempes, sur lesquelles nous avons pris la lame représentée au même grossissement par la fig. 8, pl. 13, les taches blanches de la fig. 6 sont remplacées par des vésicules saillantes au dehors, sous forme de petites ampoules (les plus jeunes), et puis de grosses urnes (les plus âgées), dont les parois sont granuleuses de la même manière que l'épiderme qui les supporte. Ces vésicules sont évidemment les rudiments des poils, et chacune d'elles se trouve placée à l'extrémité d'un nerf, qui se confond tellement avec elle, qu'on n'y découvre pas la moindre ligne de démarcation.

1861. Si l'on cherche à poursuivre la même observation sur l'épiderme d'un moineau, au sortir de son œuf, on peut isoler chacune de ces petites bouteilles, avec le nerf dont elle n'est plus dès lors évidemment que le développement terminal. On croirait avoir devant les yeux l'œuf d'un gros mollusque (1867), un globe terminé par un long nerf optique enveloppé de son fourreau. Un peu plus tard, on voit le sommet de la vésicule s'amincir comme en une corne transparente, qui ne tarde pas à s'enl'ourrir, pour ouvrir passage à un faisceau cylindrique de petites fibrilles cylindriques aussi, qui ne sont que les premières barbillons encore simples de la plume. La partie corticale de la papille forme alors une gaine, un fourreau à ce développement commençant; et au lieu de continuer le nerf, elle ne semble plus que continuer l'épiderme, comme deux membranes associées par une commune décomposition, par une commune excoriation.

1862. On obtiendrait des résultats analogues, si l'on procédait à l'étude des cornes des bêtes à cornes, à partir de l'âge où la corne est encore un rudiment d'organe, qui doit un jour revêtir la structure d'un appendice de l'appareil ordinaire de l'audition. Il est, en effet, une époque à laquelle la corne du bœuf n'affecte pas d'autre structure ni d'autres dimensions que l'ampoule, qui est destinée à devenir un simple poil. C'est alors une papille qui termine un ramuscule nerveux.

1863. Après avoir rencontré l'analogie dans les rapports d'origine, de développement et de forme, cherchons-la dans les rapports de la structure chimique et des caractères extérieurs, et nous trouverons que l'ongle ne saurait être distingué de la corne, l'ergot de l'ongle, et tous ces organes eux-mêmes du nerf desséché même aspect, même consistance; la lame d'un instrument tranchant les ravive les uns et les autres de la même manière; ils répandent tous la même odeur, fondent au même degré de température, et donnent les mêmes produits pyrogènes. En tout, enfin, sous ce rapport, chacun de ces organes n'est que le nerf durci à l'air, et ossifié tantôt d'une façon, tantôt d'une autre, selon le genre de milieu, dans lequel il est resté plongé en se développant, et selon la région sur laquelle il a commencé à se former.

1864. Nous avons fait remarquer plus haut que tous les organes de ce genre, qui se développent au contact immédiat de l'air extérieur, sont cornés; et que tous ceux, au contraire, qui croissent plongés dans une cavité, et garantis du contact immédiat de l'air extérieur, par une paroi épaisse

qui les recouvre et une atmosphère les enveloppe, que tous ceux-là, d'ailleurs. C'est ainsi que le même organe devient corne chez certains animaux ou osseux chez d'autres. La mâchoire des mammifères et des poissons se corne chez les oiseaux, en bec souvent très aspérités corneux, car chez les mammifères, cet organe est recouvert et protégé contre la lumière par la peau; il est à nu et immédiatement en contact avec l'air extérieur chez les oiseaux.

1865. La théorie de l'ossification que nous avons développée en décrivant les os, s'applique avec une égale facilité à l'étude des ossifications cornées et tous ces appendices extérieurs se forment sur le type d'une vésicule, laquelle se développe indéfiniment, dans les matières desquelles des sels terreux, après que d'autres sels ont été éliminés, se combinent avec les parois de leurs cellules.

## § II. Énumération des divers organes cornés.

1866. PILOSITÉS, CHEVEUX, POILS. La papille nerveuse une fois épanouie à l'air et de la lumière, continue ses développements dans le sens de la longueur; elle devient peu à peu cylindrique; elle entre-nœud imperforé; terminée en son extrémité libre, elle est emplantée de prolongements radiculaires, opposés, sur le nerf qui la engendrait. De même que chez les organes à mesure que les emboitements se multiplient, l'emboîtement le plus ancien s'amincit, les cellules qui le composent de leur substance organisatrice, disparaissent alors comme un épiderme comme un épiderme végétal, dont les cellules sont rangées en spirales serrées sur le cylindre (1119, pl. 2, fig. 15). M. Le développement a lieu à l'intérieur et de l'emboîtement dernier en date, plus central, il en résulte que la corne est marquée comme d'un canal médullaire au centre du cylindre, presque d'un fût, et qui, au microscope, se voit d'une manière distincte, à cause de la différence de pouvoir réfringent des axes mo-

Le coupe de ces organes n'en éteint  
 ément, pourvu qu'elle n'intéresse  
 n génératrice, celle qui termine le  
 ce le poil; car celle-ci est pleine de  
 meillent de longue date, comme  
 les articulations mûries des tiges  
 poil continue également à se re-  
 elque distance de son articulation  
 n le coupe; car il est des emboîte-  
 i s'échelonnent pour ainsi dire de  
 ance, c'est-à-dire que, dans le sein  
 forme tous les jours des emboîte-  
 r, qui, partant, ne doivent pas  
 mêmes hauteurs, et dont la coupe,  
 n'atteint pas à la fois l'existence.  
 its reproducteurs sont du genre  
 s la théorie spiro-vésiculaire, nous  
 aux cuisses de l'orange, cellules  
 ulairement autour d'un axe pla-  
 toutes sont propres à reproduire  
 ne tout autant de germes isolés  
 , prêtes à s'éveiller, dès que l'air  
 ue, pour venir les surprendre  
 oppe. Aussi voit-on les pilosités,  
 ranchées sur un point quelconque  
 r, continuer leur développement  
 t, et produire ainsi deux et trois  
 la souche d'un poil unique. Si  
 ichant intéresse le cuir chevelu,  
 produisent plus faute de germe,  
 dénudée après sa complète gué-  
 muscle nerveux a été atrophié  
 ment de la portion active de sa  
 ne saurait plus être remplacé par  
 ules, qui tous se sont dirigés  
 seraient incapables de se glisser  
 ces d'une membrane si ancienne  
 forme un trop puissant obstacle  
 ment.

ie des pilosités avec les autres or-  
 révèle par la sensibilité qu'elles  
 des circonstances insolites, sous  
 crise intestinale, ou de l'énergique  
 tricité. Les cheveux se dressent  
 reur, ils transmettent un senti-  
 dans la *plique polonaise*, ils  
 assage à la vascularité sanguine,  
 suinter le sang.

osités animales présentent les

mêmes variétés de structure que les pilosités vé-  
 gétales. Les unes sont flexibles et tombantes, les  
 autres s'élèvent perpendiculaires à la surface, les  
 autres se tordent en spirale; différences dont nous  
 avons donné l'explication dans le *Nouveau sys-  
 tème de physiologie végétale*, 1837, auquel nous  
 renvoyons le lecteur.

1869. Les cheveux sont des pilosités flexibles et  
 soyeuses, les poils des pilosités lisses, roides et  
 droites; le crin est un poil d'une extrême lon-  
 gueur et flexible; la laine se compose de pilosités  
 qui se tordent en spirale, et se feutrent avec plus  
 de facilité que toutes les autres, à cause des aspé-  
 rités que le réseau interstitiel des mailles cellu-  
 laires (1595) produit sur leur surface. On donne le  
 nom de *jarre* à des pilosités d'une extrême fi-  
 nesse, qui forment un duvet à la base de la laine  
 ou des poils de certaines bêtes à cornes; ces pe-  
 tites pilosités tirent peut-être leur origine des  
 globules répandus autour des laches, ou autour  
 des ampoules que nous avons décrites sur l'épi-  
 derme du fœtus de la brebis (1860), pl. 13, fig. 6  
 et 8.

1870. Les poils deviennent électriques par le  
 frottement, ainsi qu'on le remarque en passant la  
 main sur la peau du chat ou du cheval dans l'obs-  
 curité. Ils sont infiniment peu putrescibles, même  
 dans l'eau; et ils survivent indéfiniment, dans le  
 sein de la terre, à la décomposition de toutes les  
 autres parties du cadavre. La machine à Papin  
 (1836) les dissout dans l'eau; mais, d'après Vau-  
 quelin, la matière dissoute varie suivant l'éléva-  
 tion de température. La matière grasse forme  
 presque exclusivement la substance organisatrice,  
 dont se remplissent les emboitements cellulaires  
 du poil. Mais cette huile s'y trouve solidifiée en  
 une espèce de savon, qui fait la base et occasionne  
 la consistance de la corne, par son union intime  
 avec des sels métalliques qui en varient la colora-  
 tion; et le fer et le manganèse, ces deux puissants  
 générateurs du caméléon végétal, jouent un grand  
 rôle parmi les bases de ces sels.

1871. Vauquelin, le seul chimiste qui ait soumis  
 les poils à l'analyse d'après les procédés de l'an-  
 cienne méthode, a cru devoir établir :

1° Que le cheveux noirs renferment une ma-  
 tière animale semblable au *mucus* (\*), qui en fait  
 la plus grande partie; une petite quantité d'huile  
 concrète, une autre d'un noir verdâtre (\*\*) et

lé par Vauquelin n'est évidemment que le  
 poils, transformé en gelatine par l'action  
 ure (1846); c'est la charpente organisée du

(\*\*) Ces huiles incolores ou diversement colorées ne sont que  
 la même huile unie ou non à la matière colorante, au caméléon  
 organique.



épaisse comme le bitume, un peu de phosphate de chaux, du carbonate de chaux, de l'oxyde de manganèse ou du fer oxyde ou sulfuré; une quantité notable de silice et une quantité plus considérable de soufre.

2° Que les cheveux rouges diffèrent des cheveux noirs en ce qu'ils contiennent de l'huile rouge, au lieu d'huile d'un noir verdâtre, et moins de fer et de manganèse.

3° Que les cheveux blancs renferment un peu de phosphate de magnésie, et contiennent d'ailleurs les mêmes substances que ceux qui sont noirs ou rouges, moins l'huile colorée.

4° Que les noirs doivent leur couleur à l'huile noire, et probablement au fer sulfuré; les rouges à l'huile rouge, et les blancs à ce qu'ils ne contiennent ni huile colorée, ni fer sulfuré.

Les poils soumis à la distillation sèche (100), fondent, se gonflent, repandent la même odeur que la corne brûlée, s'enflamment, en produisant beaucoup de vapeurs fuligineuses, et laissent un charbon volumineux; ils donnent un quart de leur poids d'huile empyreumatique, une eau chargée d'ammoniaque (\*), des gaz combustibles qui renferment du gaz hydrogène sulfuré, d'autant plus abondant que la température est plus élevée.

L'eau chargée d'une petite quantité de potasse caustique, de 4 centièmes par exemple, dissout bien mieux les cheveux que l'eau pure; car la potasse dissolvant les tissus albumineux, met plus facilement à nu toutes les substances emprisonnées dans les cellules de l'organe; l'huile noire imprégnée de fer et de soufre, chez les cheveux noirs; une huile rouge imprégnée de soufre et de fer, chez les cheveux rouges. La potasse étendue d'eau dégage par la chaleur de l'hydrosulfate d'ammoniaque.

Les acides sulfurique et hydrochlorique étendus d'eau, dissolvent les cheveux en se colorant en rose, en se combinant avec le fer oxydé; à moins que la coloration de l'acide hydrochlorique ne soit analogue à celle qu'il exerce sur l'albumine, la fibrine et le gluten (1554), et que la coloration de l'acide sulfurique n'indique un mélange d'albumine et de sucre (1519). L'acide nitrique les jaunit; il les dissout ensuite à l'aide d'une douce chaleur, les transforme en acide oxalique, en acide sulfurique, par l'oxygénation du soufre, en matière amère. Le chlore les blanchit, les ramollit, et les

réduit en pâte visqueuse analogue à thine.

L'alcool bouillant dissout les matières grasses des cheveux; l'huile blanche par le refroidissement, sous forme de paillettes brillantes; celle qui est noire ou rouge se sépare que par l'évaporation; les cheveux soumis quelque temps à ce traitement, bruns ou d'un châtain foncé.

Les sels de mercure, de plomb, de leurs oxydes, colorent en noir ou violet les cheveux rouges, châtains et blancs. On a vu dans ce phénomène de coloration la production d'un sulfure; mais pourquoi les cheveux contracteraient-ils, par la formation d'un sulfure, une coloration entièrement celle que nous offrent les sulfures de cuivre naturel? pourquoi, par les sels de plomb, viendraient-ils pas jaunes? Nous sommes de voir, dans ces colorations, ou d'oxydation ou de désoxydation de matière organique, qui forme la base et le germen de toutes les colorations animales et végétales.

1872. C'est sur la connaissance des réactions, qu'on a basé l'art de colorer artificiellement les cheveux vivants, ou plutôt l'explication des procédés de coloration ou de decoloration auxquels tous les peuples ont fait un plus ou moins d'usage, avant que la chimie ait cherché à en rendre raison.

Les Turcs, en effet, pour déposer des cheveux que l'usage du turban rend incommodes, les recouvrent d'un mélange de parties d'orpiment, et de neuf parties de potasse réduite en poudre, le tout délayé en pâte. L'orpiment et la chaux de composition albumineux du poil et en changent l'ordonnance; ils désorganisent la pilosité jusqu'au bulbe reproducteur.

On peut teindre en noir les cheveux blonds, et la barbe de même couleur, par dissolution éthérée de nitrate d'argent; mais de se noircir en même temps le visage, de se noircir en même temps le cuir, d'éviter cet inconvénient, on broie le nitrate de chaux étendu, puis cette pâte dans un pommade ou d'huile, avec laquelle on se frotte les cheveux. On les colore au moyen d'une pâte composée d'un minium pulvérisé, de quatre parties de chaux, et d'une faible dissolution de potasse caustique; on enduit les cheveux de cette pâte, on se recouvre la tête d'une capote

(\*) Et par conséquent d'une grande quantité de savon ammoniacal en dissolution.

ou de feuilles de chou , pour s'opposer  
tion , ou plutôt pour maintenir le mé-  
température favorable à sa combinai-  
ins explique ce résultat d'une manière  
e vraie dans un récipient, mais qui ne  
le désorganiser et frapper de mort la  
elle se réalisait dans son sein. D'après  
rme alors une combinaison d'oxyde de  
e potasse, ainsi que du carbonate et du  
chaux ; la première pénètre bientôt les  
t donne naissance à du sulfite hydro-  
gène sulfuré), qui les noircit aussitôt,  
du sulfure de plomb produit. Mais  
rquoi cherche-t-on vainement à noircir  
r, en les mordant d'abord avec un  
sb, puis les traitant par un sulfure al-  
rélius dit que c'est parce que le plomb  
pas alors dans la substance du cheveu.  
re aussi les cheveux en noir , avec le  
a noix, avec certaines décoctions de  
rocédés bien moins dangereux pour la  
par l'un ou l'autre procédé, on ne co-  
la végétation développée ; la coloration  
as jusqu'au germe; et tout ce qui pousse  
u reprend sa coloration naturelle; en  
ous les huit jours au moins, il faut re-  
r la préparation ; ce qui est véritable-  
eux pour nos civilisés, pauvres porte-  
r, qui ne se trouvent jamais bien, tels  
ure les a faits ; qui, sous Louis XIV,  
tant horreur des cheveux noirs, que  
ns horreur aujourd'hui des cheveux  
qui, si jamais un de leurs maîtres naît  
cheveux rouges, se prendront d'une belle  
ur rougir leurs cheveux.

Les poils sont enduits d'une matière sa-  
qui joue un grand rôle dans le lavage  
, sous le nom de *suint de mouton*.  
ce de cet enduit s'opposerait au mor-  
et à la *fixation des couleurs*. Le suint  
dans l'eau, dans laquelle on lave à froid  
et la fait mousser, comme du savon,  
ous les caractères.

, d'après Vauquelin, l'eau chargée de  
ouble par évaporation, et laisse un ré-  
eux et brun, dont la saveur est âcre,  
ant l'odeur de la laine. L'alcool en dis-  
artie, et abandonne, par évaporation,  
transparente, visqueuse, qui se dissout  
dans l'eau ; c'est une combinaison d'al-  
ne matière oléagineuse, que les acides  
; l'acide sulfurique en dégage de l'acide  
le précipité est fusible, et se fige par le  
IL. — TOME II.

refroidissement, en une matière brune (car elle  
est altérée par la présence de l'acide) (1138). Elle  
forme avec la chaux une combinaison soluble,  
caractère qui la fait considérer comme une graisse  
*sui generis*, ce qui serait vrai, si elle était une  
graisse pure de ~~cet~~ mélange, mais ce qui rentre  
dans la loi ordinaire, en admettant que cette  
graisse est imprégnée d'un sel, dont l'acide peut  
former avec la chaux un sel soluble. La portion  
insoluble dans l'alcool ne se dissout pas non plus  
en entier dans l'eau, elle fait effervescence avec les  
acides ; c'est le derme de la laine imprégné de sa-  
von et d'acétate de chaux. La dissolution aqueuse  
est brune (car le suint a été altéré par l'action de  
ses sels soumis à la température par laquelle on  
l'a fait passer dans ces divers traitements) ; elle  
précipite par le chlorure de baryte, par le nitrate  
d'argent, par le nitrate de fer. L'analyse en est  
restée là, et véritablement elle ne nous apprend  
pas grand'chose ; ce qui en résulte à nos yeux,  
c'est que le *suint* n'est que le détrit de la por-  
tion corticale du poil, qui a fait son temps et qui  
se résout, ainsi que toutes les écorces des organes  
qui végètent ; il ne diffère pas autrement du reste  
de la laine, que le lavage respecte, vu qu'elle con-  
inue encore à végéter.

Par le lavage, la laine perd depuis 35 à 45 pour  
100 de son poids ; les eaux de lavage servent à  
laver encore mieux la laine ; car le savon qu'elles  
contiennent ajoute une quantité active de plus au  
savon que la laine non *dessuintée* possède déjà.  
Le *suint* est un excellent engrais ; on a calculé  
qu'en France nous en aurions assez pour fumer  
150,000 hectares.

1874. PIQUANTS DU HÉRISSON ET DU PORC-ÉPIC.  
— Ces piquants sont des poils, dont le développe-  
ment a eu lieu sur une plus grande échelle, et sur  
le type des tiges et troncs végétaux. C'est-à-dire  
que dans le sein de la cellule principale, il s'est  
développé une rangée circulaire d'autres cellules  
secondaires, qui se sont étendues en longueur,  
en reproduisant à fur et mesure des cellules de  
troisième, quatrième, etc., ordre, qui se solidi-  
fiaient à leur tour. Aussi quand on coupe un de ces  
gros poils transversalement, croirait-on avoir  
sous les yeux une tranche d'une petite tige li-  
gneuse, avec ses couches concentriques et ses  
rayonnements du centre médullaire à l'écorce  
(1103). Chaque cellule secondaire se dessine sur  
l'écorce par une cannelure en relief ; mais comme  
les cellules postérieures en développement ne sau-  
raient parvenir aux mêmes hauteurs que les col-

hules antérieures, et que partant les cellules qualernaires devront se trouver au dessous des ternaires, celles-ci au-dessous des secondaires, à l'instant de l'observation, il s'entend que le poil ou piquant devra se terminer en une pointe d'autant plus aiguë, que les distances entre toutes ces sommités de développement seront plus grandes.

1875. Il ne faut pas confondre avec ces piquants, les bâtons d'oursins, ossifications calcaires qui n'émanent pas d'un nerf, qui ne sont pas implantées sur l'épiderme, mais sont articulées, par une cavité cœlyolite, sur une tubérosité de l'enveloppe osseuse de l'animal, y tiennent par des ligaments (1805, comme la tête du fémur à l'ischium, et s'y meuvent en pivotant dans tous les sens, par le moyen de muscles. Les bâtons d'oursins sont des os externes, propres aux animaux dont le derme s'est ossifié, ce sont des membres nombreux développés et rangés en spirale, sur une vésicule qui n'était pas destinée à s'en munir symétriquement.

1876 Les piquants du hérisson donnent, à l'analyse, les mêmes produits que les cheveux et les poils. On remarque qu'ils sont incolores et blancs à leur point d'insertion, et d'autant plus colorés ou marbrés qu'ils sont plus espacés, et qu'ils peuvent être plus longtemps en contact avec la lumière; car dans l'obscurité tout s'éteint.

1877. CORNES. — La corne diffère du poil, comme nos grandes végétations ligneuses diffèrent des végétations de basse taille, comme le hanbab diffère du romarin. La corne est un poil gigantesque; même nature chimique, même organisation, seulement dimensions différentes. Le canal central du poil devient ici une cavité conique; mais la cavité n'arrive pas jusqu'au bout, pas plus que le canal; car elle n'est que l'emboîtement corné, le dernier en date. On distingue les cornes, 1° en cornes simples ou cornes proprement dites, et cornes ramifiées, vulgairement bois ou perches; 2° en cornes vivaces et cornes caduques ou annuelles. Tout le monde sait que les cerfs perdent au bout de l'année leur bois, qui repousse au printemps, et tous les ans avec un *andouiller* ou cors de plus. De même que les pilosités, les cornes sont droites, ou tordues en spirale d'une manière plus ou moins prononcée. Sur les cornes simples, on remarque des bourrelets ou anneaux transversaux, dont le nombre augmente d'un chaque année au sommet, en sorte que le dernier formé est toujours à l'extrémité de la

pouille. Ces cornes sont en quelque sorte le rapport du développement, analogues aux articulations. Les cornes, comme les poils, sont des végétations émanant du cuir chevelu du crâne, mais qui, à force de se développer, finissent, comme en dessous comme en dessus, intimement à la substance de l'os lui-même sur l'os frontal que les cornes sont, et elles sont au nombre de deux, la corne frontale est la réunion de deux autres du développement spiralo vésiculaire également au développement des poils, et elle est d'autant plus élevée que plus près l'accroissement, pour les végétations animales.

1878. Comme organes, les cornes ne sont que des appendices de l'oreille, des ossements dont les vibrations sont propres à saisir les ondes sonores, qui seraient dans le canal du cornet de l'oreille; et leur position frontale ne saurait fournir une objection à cette hypothèse; car nous avons vu que les dents, ossifications nerveuses plus grandes que les cornes, transmettent les sons du cornet fait vibrer contre leur surface. Au lieu de l'animal fuit, observe-t-on qu'il rejette la tête en arrière, dans la direction du bruit, et qu'il maintient ses oreilles perpendiculaires à ses cornes, tels que deux appareils fonctionnant en faveur de la même perception.

1879. Comme substance chimique, la corne diffère par aucun caractère essentiel, de la pilosité, de la science, des pilosités que l'on trouve plus haut; et c'est d'elle que tire la dénomination générique des arbrassures ou le frottement, elle répand une odeur désagréable; la saveur en est empyreumatique, un peu plus de 100°, elle se ramollit à 150°, se compose, propriété dont l'industrie a tiré parti immense pour la fabrication et de toutes sortes d'ouvrages. A la distillation elle donne une grande quantité d'une huile ammoniacale, un peu de carbonate d'ammoniaque, très-peu d'eau, enfin un sixième de son poids en un charbon à éclat métallique de l'enduit phosphorique et phosphate. Elle laisse à peu près  $\frac{1}{200}$  de son poids en résidu, composées principalement de phosphate et d'un peu de carbonate de chaux, à l'aide d'un phosphate de soude. L'alcool et l'éther, par la macération, à la corne, une cer-

aponifiée acide, dont une portion figée par le refroidissement. Dans des diverses réactions, il ne faut de vue le genre d'influence ou organisation des substances corréactif. On ne s'étonnera pas dès l'acide sulfurique concentré, mis en râpures de corne à la température n'en rien et ne se colore pas; car grasses sont protégées, contre le, par des parois que l'acide rend perméables, en les privant à son action aqueuse qui entre dans leur portion de l'acide qui, dans le, a pu pénétrer dans la substance par la même raison, emprisonnée, ir la corne, en la désorganisant. la substance après ce traitement, -t-elle d'une substance grasse, ite tant par le chlorure de mercure de galle. L'acide nitrique ment sur la corne et la ramollit à colorant en jaune; au sortir de es Hatchett, si l'on plonge les ammoniacale, celle-ci se colore en puis rouge de sang, et lorsque la e est entièrement dissoute, la li- n rouge jaune foncé. L'eau bouill- si la substance cornée traitée par ore en jaune et se prend en gelée sement. Cette gelée se redissout se précipite par le tannin. Dans concentré, la corne se dissout n évapore à siccité la solution, la ers la fin de l'opération, ce qui lieu en traitant un mélange oléa- é, par le même acide et le même ide qui rend solubles les graisses ollira en plus ou moins de temps, e; il en sera de même des alcalis. ue la substance cornée, épuisée aisseuse par la macération dans ée, prend, au bout de quelques le hydrochlorique, une belle cou- lette, puis bleue, sans que l'acide nomène, nous l'avons déjà vu se gard du gluten et de l'albumine : de l'action de l'acide sur le tissu orne, qui est albumineux. D'après que fait passer la coloration bleue moniaque à l'orangé, exactement s deux réactifs agiraient sur un l'albumine et d'acide hydrochlo-

rique. La potasse caustique dégage à chaud de l'ammoniaque de la substance cornée, et finit par la dissoudre en une gelée visqueuse et gluante; elle la noircit en même temps, ainsi que tous les tissus de l'un et de l'autre règne. Nous ne donnerons pas plus d'importance à la discussion des essais chimiques auxquels on a soumis l'étude de la substance cornée; il n'est pas un des caractères assignés à cette substance qui ne s'explique avec succès, en se souvenant qu'on agit sur un mélange organisé de tissus albumineux, de graisse saponifiée, de sulfure de fer et de manganèse, de sels terreux, parmi lesquels le phosphate de chaux et celui d'ammoniaque occupent la principale place.

1880. ONGLES, ERGOTS ET SABOTS. — De même que certaines papilles nerveuses parvenues au contact de la lumière à travers la substance de l'os frontal, se développent en cornes, de même les papilles nerveuses parvenues au contact de la lumière à travers les os des extrémités, s'organisent en ossifications cornées, qui prennent le nom d'ongles à l'extrémité des doigts, de *sabots* (chez le cheval), à l'extrémité d'un doigt unique résultant de l'agglutination de plusieurs doigts en un seul; et d'*ergots*, quand cet accroissement a lieu un peu plus haut que l'insertion des doigts des pieds et en arrière (chez le coq). La nature, l'organisation et le développement de ces substances sont les mêmes que sur les cornes frontales; et si les ongles de l'homme et le sabot du cheval affectent une forme générale différente, cela tient à ce que nous nous empressons de nous rogner les ongles, à mesure qu'ils se développent, à ce que le frottement use le sabot chez le cheval sauvage, et que le maréchal le rogne pour le ferrer chez le cheval privé; autrement, chez les animaux sauvages unguiculés, les ongles poussent coniques, et souvent crochus comme des cornes, et deviennent des instruments de défense autant qu'ils servent à donner à la marche de l'aplomb et de la solidité. Les ongles sont sensibles, surtout à leur racine, et au point où ils commencent à rentrer dans la chair; c'est par là, comme chez les cheveux, que leur développement continue; en sorte que les stries d'accroissement les plus anciennes et les premières en date se trouvent toujours à l'extrémité libre de l'organe. Les ongles se colorent et se décolorent par l'influence des mêmes substances qui agissent sur les cheveux (1872). Parmi les ouvriers en cuivre, il n'est pas rare d'en rencontrer, dont les cheveux blonds ou rouges se sont teints, comme leurs ongles, d'une couleur verte



ou bleue, qui est due à l'absorption du cuivre. De même qu'on se sert de peignes de plomb, pour noircir à la longue les cheveux d'un rouge désagréable, de même nous voyons les ongles des ouvriers sur plomb ou sur fer, noircir et conserver cette couleur, jusqu'à ce que, l'ouvrage venant à cesser, l'ongle ait renouvelé toute sa substance, en poussant toute la portion noire au dehors de la région du doigt, pour y être retranchée chaque jour au ciseau (\*).

1881. **PLUMES ET DUVET.** — Les plumes sont des poils ramifiés, comme le bois des cerfs est une corne branchue. Dans l'origine, la plume est une bulbe, qui crève, pour donner jour à la tige, dont les barbillons, simples à cette époque, sont pressées les unes contre les autres, et disposées en spirale autour du sommet. Chacune de ces barbillons est à son tour une tige destinée à se reproduire sur le type qui l'a engendrée, reproduction qui se continuera à l'infini, si la caducité ne la surprenant à une certaine phase; les rameaux de la dernière formation se montrent à l'œil de l'observateur comme de simples papilles visibles seulement au microscope, où elles jouent le rôle des dents et épines de certaines tiges végétales. Rien ne représente mieux le développement de la plume en miniature, que l'un des stigmates ramifiés des céréales avant la fécondation (pl. 3, fig. 9. Quant au tuyau qui est la tige pour ainsi dire souterraine de la plume, il est facile de voir qu'il se compose d'emboîtements articulés, qui en divisaient l'intérieur par tout autant de diaphragmes, comme les tiges végétales que nous nommons articulées. Quant à la disposition des rameaux qui en émanent, il est évident qu'elle se rapporte à la disposition alternée (\*\*), depuis le rameau principal jusqu'aux rameaux extrêmes ou barbillons, tandis que les cornes ramifiées du cerf sont organisées d'après la disposition en spirale.

1882. **ÉCAILLES, CAILS ET DERRILLONS, CORNÉ AUX PIEDS.** — Nous venons d'étudier le développement en longueur des ossifications nerveuses; mais les papilles nerveuses peuvent, comme toute autre végétation, prendre une plus grande extension en largeur qu'en longueur, se développer en plaques et non en tiges, devenir écailles et non poils. Le corps de l'animal est alors revêtu d'une cuirasse,

d'une espèce de colle de maille, couvert d'un feutre soyeux; et la sous cette couche d'écailles, est transformé en os. Le *latou* est chez lequel cette transformation est plus considérable, et chez les innombrables qui en recouvrent les faces, jusqu'à celles des jambes ont conservé une plus grande apparence, par leur forme proéminente. Chez les poissons et les reptiles, pas une surface qui ne se garnisse d'ossifications nerveuses, lesquelles, comme les tuiles, d'avant en arrière, n'opposent aucune résistance à la torture, au contraire, est l'anneau des papilles nerveuses se sont osifiées grand nombre et sur les plus larges.

1883. Chez les animaux d'un grand volume le frottement est dans le cas d'impulser les papilles nerveuses une impulsion de corné; et la surface la plus lisse, on ne tarde pas alors à voir paraître des *durillons* ou *cornes*, qui offrent toute la structure, d'origine et de composition, que nous offrent les écailles. On sent en zoologie les animaux et les végétaux, par sa propre expérience sensible d'un cor ou pied des chaussures a développé en un nouveau sens. Une papille nerveuse de rôle en s'émoussant, et qui est l'organe de torture, d'organe de la douleur. Il est des cas malades, capables d'analogues transformations à toutes les papilles nerveuses qui aboutissent au derme, dans le cas de couvrir le corps de la cuirasse du poisson.

1884. Pour détruire ces végétations, on ne les taille à mesure qu'elles se développent, on les extirpe, ou les étouffe. Or plus on tarde, moins cette opération est efficace, parce que le développement qui se fait, chez toutes les espèces, se pénètre plus avant de jour en jour, des couches inférieures du derme, la longue on ne saurait se débarrasser, qu'au moyen d'un traitement, le remède serait de la section.

(\*) C'est pour ce raison que, dans le temps où l'on fait un grand usage de ces substances barbillonnées, on les retire au soir.

produisant un effet plus efficace.



la cause, si vous voulez  
celle cause est en dedans  
nière provient du trouble  
seconde d'un frottement  
un trouble; celle-ci est  
que l'autre; mais l'autre  
nerveuse, comme le rachis-  
cence des os, il est permis  
de est dans le cas de se-  
ance, qui a la propriété  
s réparateurs à la matière  
s aucun remède à proposer  
a mode est là pour multi-  
dicures sont là pour les ex-  
cun vive de son état; per-  
Chinoise de jeter son pied  
ue celui de la nature; et à  
se condamner, de son pro-  
une des tortures les plus  
rachées à la vindicte de la  
et souffrez deux fois pour  
aperçoive; ici l'on n'est  
mes qui plaisent, et l'on  
formes qui font souffrir.  
, qui ne connaissent pas  
voir des cors aux pieds!  
de peine au contraire qui  
de l'homme de loisir porte

**NERFS DE LA LANGUE.** — Les  
la langue (1638) deviennent  
, et prennent la forme de  
s, qui en rendent la sur-  
au toucher. La finesse de  
ces animaux, ce que peut  
ane ainsi ossifié du goût;  
manquent jamais de flairer,  
nts sur leur nourriture.

les papilles nerveuses qui  
à travers les os frontaux,  
et celles qui arrivent à la  
la langue, chez certains  
organes cornés, les pa-  
à la surface, à tra-  
en forme de  
encore plus  
organes de  
uches  
er,

transmettre et non à recevoir les impressions. On  
dit alors que le nerf est mis à nu; expression  
impropre qui semblerait signifier que la dent est  
implantée après coup sur un nerf, qu'elle en est  
séparée par un diaphragme, tandis qu'elle n'est  
qu'une expansion ossifiée de ce nerf lui-même.

1887. Les dents se développent comme les  
ongles et les cornes, poussant devant elles toutes  
les couches anciennes, qu'elles remplacent par  
des couches de nouvelle formation, et en sorte  
que les tissus les plus jeunes se trouvent toujours  
à la base. L'usure enlève chaque jour une des cou-  
ches de la sommité; la suivante prend sa place,  
pour s'user à son tour et être remplacée par une  
autre, qui de proche en proche s'est façonnée au  
contact de l'air extérieur. Ainsi la couche la der-  
nière venue, qui serait un organe de torture, si  
on la mettait à nu tout à coup, ou si la carie  
l'atteignait d'une manière trop rapide, finit par  
subir l'influence de l'air et de la lumière, et par  
supporter impunément les chocs et le frottement,  
lorsqu'elle est arrivée à la place extrême, après  
avoir passé par toutes les phases de développe-  
ment, de même que l'ongle, si sensible à sa racine,  
se laisse rogner sans douleur à son extrémité. La  
sommité de ces organes est semblable à l'écorce  
végétale, couche inerte et de rebut, que l'on déchire  
sans plaie, et qui tombe sans dénuder le tronc.

1888. La forme extérieure des dents varie selon  
les espèces animales, et sert même à les caracté-  
riser, à défaut de tout autre renseignement. On  
les divise en canines, incisives, et molaires. Les  
molaires occupent la portion la plus reculée des  
mâchoires, celle où celles-ci se rapprochent avec  
le plus de puissance, et peuvent broyer le plus  
menu; les incisives, placées sur le devant, tran-  
chent au lieu de broyer; et les canines, espèces de  
cônes aigus, placées de chaque côté des incisives,  
servent à accrocher la proie que les incisives doi-  
vent hacher en morceaux, qui vont se broyer sous  
les molaires. Les canines s'allongent en instru-  
ments de combat, en *défenses*, chez certains  
animaux herbivores; elles sont aiguës et dépas-  
sent un peu les incisives dans les animaux carni-  
vores; elles sont égales en longueur à toutes les  
autres, chez les animaux qui ne vivent que  
d'herbes ou de mets d'avance préparés.

1889. Les dents ne sont pas des organes du  
goût (1645); mais, par elles-mêmes, elles agissent  
comme organes de tact, et sont sensibles au froid  
et à la chaleur, à l'action des alcalis et des acides;  
elles nous transmettent les impressions de dureté  
et de mollesse, d'âpreté et de poli, et même les

vibrations des corps sonores qu'on applique contre leur surface, vibrations qui arrivent au rocher, par l'intermédiaire des os de la mâchoire.

1890. Sous le rapport chimique, les dents sont les ossifications nerveuses qui se rapprochent le plus des ossifications musculaires, des os proprement dits. Leur périoste se nomme *email*. Leur *diploe* ou os dentaire est traverse dans tous les sens par des vaisseaux et des ramifications nerveuses, qu'on ne met jamais à nu impunément. Par la dessiccation, la dent acquiert une grande dureté. Calcinée au feu, l'email en brunit à peine, et l'os dentaire acquiert à l'intérieur une teinte noire faible; elle répand une odeur ammoniacale et ne perd pas 2 pour 100 de son poids; dans les acides la dent se ramollit. L'email est une membrane pelliculeuse; l'os dentaire est un tissu cartilagineux moins abondant que chez les os ordinaires; car la membrane est désorganisée pour ainsi dire dans l'email, écorce plus vieille et caduque, et continue à se développer dans l'os dentaire; elle doit donc être plus fibrineuse dans celui-ci, et plus épidermique, si je puis m'exprimer ainsi, dans l'*email*.

1891. Berzelius a analysé séparément l'email et l'os dentaire de l'homme et du bœuf, et il a obtenu les résultats suivants. Chez l'homme :

	Email.	Os dentaire.
Phosphate de chaux avec		
fluorure de chaux. . .	88,5	64,3
Carbonate de chaux. . .	8,0	5,3
Phosphate de magnésie. .	1,5	1,0
Soude et un peu de sel marin. . . . .	0,0	1,4
Membranes brunes tenant à l'os dentaire, alcali, eau	2,0	0,0
Cartilage et vaisseaux. .	0,0	28,0
	100,0	100,0

Chez le bœuf :

	Email.	Os dentaire.
Phosphate de chaux avec		
fluorure de chaux. . .	85,0	65,15
Carbonate de chaux. . .	7,1	1,58
Phosphate de magnésie. .	5,0	2,07
Soude avec un peu de chlorure de soude. . . .	1,4	2,40
Membranes brunes tenant à l'os dentaire, alcali, eau.	5,5	0,00
Cartilage et vaisseaux. .	0,0	51,00
	100,0	100,00

1892. Ce fut Morichani qui, en 1802, découvrit le fluorure de chaux dans l'ivoire et les os d'éléphant, découverte confirmée par Berzelius; dans des expériences subséquentes, Berzelius s'est rangé de son avis. Malin n'a été partagée ni par Fourcroy, ni par Brandes. Quant à Berzelius nous a laissée des dents de bœuf, elle ne saurait représenter l'os dentaire que des pièces qu'il a eu l'occasion de voir, et les proportions en sont toutes différentes selon qu'on soumettra à l'analyse l'os d'un enfant ou du veau, de l'homme et de différents âges. Cette vérité découle de ce que nous sommes forcés de nous faire de l'os dentaire et de l'accroissement du système dentaire, ce qui s'accroît, en effet, ne saurait être les mêmes proportions, car il faudrait le supposer stationnaire.

1893. Lassaigne a analysé un plus grand nombre de dents; mais il n'a eu en vue que les proportions de matière organique phosphatée et de carbonate de chaux. Il en a donné la proportion de matière organique, par la méthode qui ne nous paraît pas propre à donner des documents invariables, lorsqu'il s'agit d'un tissu aussi compacte et aussi phosphaté que les dents. Quoiqu'il en soit, nous allons donner un extrait du tableau qu'il a publié dans le *Journal de Pharmacie*, et le comparer au système dentaire de Morichani.

Dents.	Matière organique.	Phosphate de chaux.
D'un enfant d'un jour.	35	31
D'un enfant de 6 ans.	28,57	60,6
D'un homme adulte.	29	61
D'un vieillard de 81 ans. . . . .	55	66
D'une momie d'Égypte.	29	55,5
Dents de devant d'un lapin. . . . .	31,2	59,5
Molaires d'un lapin. . .	28,5	63,7
Molaires de rat. . .	50,6	64,1
Molaires de sanglier. .	29,4	64
Défenses de sanglier. .	26,8	69
Défenses d'hippopotame. . . . .	25,1	72
Denta de devant du cheval. . . . .	31,8	54,5
Molaires du cheval. .	29,1	62

	Matière organiq.	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.
avant du			
. . . . .	28	64	8
térope . .	27,3	65,9	6,8
rial. . . .	30,5	61,6	8,1
uleuvre à			
. . . . .	30,5	66,3	3,2
enin de vi-			
. . . . .	21	73,8	5,2
pe . . . .	35	49	16
quin . . .	33,5	52,6	13,9

ys avait précédé Lassaigne dans ces  
uations, et il avait obtenu les résultats

	Matière organiq.	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.	Eau et perte.
nts d'en-				
. . . . .	20,0	62,0	6,0	12
dulte . .	20,0	64,0	6,0	10
ents. . .	28,0	68,0	4,0	10
nts . . .	00,0	78,0	6,0	16

le divergence dans les résultats dé-  
emment l'insuffisance des méthodes  
, encore plus que ne le feraient tous  
ments. Ainsi, selon les procédés que  
, le phosphate augmente et le carbo-  
, et la matière organique passe en  
compte de l'eau, et *vice versa*. Les  
x-mêmes les plus ardents à défendre  
ne se montrent rien moins que ras-  
actitude de leurs résultats et sur leur  
. Ainsi, Berzélius qui, dans ses pre-  
ations, avait affecté un chiffre précis  
calcium, et un chiffre qui s'élevait à  
; 5,69; a cru devoir dans ses ana-  
ures confondre le fluide avec le phos-  
ne un accessoire à peine digne d'être

n, ces analyses sont si peu propres à  
caractère distinctif des dents, que,  
e de l'organe, il n'est pas un chimiste  
noncer, après l'opération, que c'est  
non un os qu'on a soumis à son ana-  
e réellement, sous le rapport chimi-  
ne diffère pas de l'os, et que c'est à  
oins morcelée qu'il faut avoir recours,  
r à un résultat philosophique. Il ne  
roire que l'on connaît une chose, et  
organe, quand on s'est contenté de

l'étudier, même avec le plus grand soin possible,  
sous un seul de ses rapports.

1897. APPLICATIONS PHYSIOLOGIQUES.—Les dents  
offrent avec les troncs végétaux, une analogie de  
plus, dans les cas maladifs qui les affectent. Il  
leur survient des plaies comme aux troncs, une  
carie qui les ronge de jour en jour. Mais le germe  
destructeur de ce mal est également local chez la  
dent et chez le tronc, et si la scie vient à en  
retrancher le siège, sans atteindre le cœur du  
développement organisé, celui-ci en est préservé  
désormais, et la solution de continuité met en  
rapport avec l'air une surface qui n'en subit  
aucune funeste influence. La carie serait-elle  
l'ouvrage d'animalcules chez le système dentaire,  
comme tout porte à croire qu'elle n'a pas d'autre  
origine chez les divers systèmes végétaux? Nous  
penchons vers cette opinion, sans laquelle le  
développement progressif de ce mal nous paraît  
inexplicable; vu qu'une fois déclaré, il résiste à  
tous les soins de propreté, et que dans tous les  
cas il ne vient pas du dehors, et ne se fait jour  
qu'après avoir largement exercé ses ravages dans  
les portions les plus internes. Nous invitons les  
observateurs d'en poursuivre l'étude sous ce point  
de vue. Mais tous les maux de dents ne provien-  
nent pas de la carie; car les dents, expansions ner-  
veuses, sont sensibles, et tout organe vasculaire  
est susceptible d'inflammation.

#### SIXIÈME ESPÈCE.

Tissus caducs et épuisés (\*); épiderme.

1898. Je désigne sous ce nom toutes les sur-  
faces épidermiques qui ont fait leur temps, et  
qui tendent à se détacher des tissus qu'elles re-  
couvrent, et au développement desquels elles  
se sont sacrifiées; que ces tissus soient en contact  
immédiat avec l'air extérieur, ou qu'ils soient  
plongés dans une cavité que l'air puisse pénétrer.  
Le tissu caduc, dans le premier cas, prend le  
nom d'*épiderme*, et dans le second cas, celui de  
*membrane muqueuse*; dans l'un, il se détache  
par plaques desséchées et furfuracées; dans l'au-  
tre, au contraire, par couches imbibées de liquide

(\*) Premier mémoire sur les tissus de nature animale, t. IV  
du Répertoire général d'anatomie, pl. 7, fig. 2, 3; et deuxième  
mémoire sur le même sujet, *ibid.*, pl. 2, 1827.

et filantes comme du mucus. La différence ne provient que du milieu ambiant.

1899. Lorsqu'on observe au microscope un fragment d'épiderme, pris ailleurs que sur les surfaces palmaires ou plantaires, il est facile de comprendre qu'on a sous les yeux un tissu cellulaire épuisé de ses sucs, desséché par le hâle, et réduit aux parois de ses cellules appliquées intimement les unes contre les autres, sans l'intermédiaire d'aucune substance organisatrice. On distingue les lignes de démarcation des grandes cellules entre elles, et celles-ci apparaissent comme des compartiments d'une mosaïque, comme des pièces de marqueterie à contours irréguliers, et sur l'aire desquelles on observe çà et là des granulations distantes ou rapprochées, qui, à cause de leur forme lenticulaire, paraissent plus brillantes que le reste du tissu. Ce sont ces points que Leeuwenhoek a pris pour des pores, illusion que tous les anatomistes ont consignée, d'après lui, dans leurs ouvrages, comme une opinion qui n'a plus besoin d'être soumise à la discussion. Mais ces granulations, qui étaient des pores pour Leeuwenhoek, sont devenues plus tard, pour d'autres observateurs de l'école académique, les éléments globulaires des membranes, les grains du chapelet qui, d'après eux (1854), aurait formé la fibre élémentaire; et ceux-ci ne se sont pas plus aperçus que les autres du double emploi de ces granulations. Espérons qu'aujourd'hui que l'opinion publique a la prétention d'en savoir un peu plus long et d'y voir un peu plus clair que nos sociétés savantes, les compilateurs universitaires ne s'amuseront plus à viser au merveilleux, en nous répétant combien Leeuwenhoek a compté de pores sur un pouce carré d'épiderme; ni combien de granules nos physiologistes ont comptés sur une fibre d'un millimètre de longueur, nous avons suffisamment appris à réduire ces assertions à la valeur d'une illusion préconçue (1855).

1900. Quoiqu'il en soit, si l'épiderme est un tissu épuisé de ses sucs, il ne peut être qu'un tissu vieilli et caduc, un tissu inerte et de rebut, qui cède peu à peu au développement des tissus qui lui succèdent, s'exfolie sous l'effort, et tend à se détacher de la surface, pour céder la place aux tissus qui lui ont succédé, et qui doivent s'épuiser à leur tour et tomber comme lui. Ainsi chaque jour l'épiderme des animaux se détache par parcelles, comme le tronc des végétaux; l'animal, comme le végétal, se régénère au dedans et au dehors, toujours jeune au centre, toujours vieux

à la surface. Les débris épidermiques, selon cette loi, forment cette petite furacée, dont se recouvrent les surfaces qui sont en contact permanent avec l'air, quand on néglige les soins ordinaires. Sur toutes les autres surfaces, qui restent constamment plongées dans l'eau, qui se trouvent ainsi enveloppées dans une sphère humide, l'épiderme s'imprègne et subissant un commencement de décomposition, s'enlève sous forme d'une crasse molle qui se laisse rouler entre les doigts, sans consistance dans l'eau.

1901. D'après ce que nous avons vu précédemment à l'origine et à la structure (1866), on s'expliquera clairement le fait que les poils qui hérissent certains points de notre corps, ne tombent pas avec l'épiderme. Les poils sont des excroissances, et non des appendices du derme; de même que les ramures ne se détachent pas avec l'écorce, les poils et autres substances cornées ne tombent pas avec la couche qui les entoure à la chute et tombe au dehors; la caducité des poils et plumes est annuelle.

1902. Les couches inférieures qui forment l'enveloppe générale constituent le DERMIS, tissu cellulaire riche en graisse, et traversé par les ramuscules nerveux qui se ramifient. Chez certains animaux, l'accroissement se fait sur des dimensions considérables; les mailles s'infiltrent de graisse liquide, les organes par un approvisionnement de se sacrifier à une élaboration plus rapide et à un développement plus rapide. Le derme des animaux est, l'analogue de l'enveloppe des graines végétales et de l'aubier que nous l'avons défini dans le *système de physiologie végétale*.

1903. L'épiderme se comporte comme tout tissu cellulaire vieilli et caduc, à-dire comme l'albumine organisée, insoluble dans l'eau (1805). Toutefois, d'ailleurs, l'épiderme donnera des produits que tout autre tissu qui élaborerait

1904. Si l'on pouvait détacher d'un animal l'épiderme qui recouvre le cuir, on obtiendrait sous forme d'un crin, des produits seraient autres que les excréments qu'il

ous venons de voir que l'épiderme s'étend sous deux aspects physiques différents, selon qu'il est exposé à des surfaces constamment humides, ou à des surfaces plongées dans une humide obscurité par nous. Les membranes muqueuses qui sont constamment plongées dans l'obscurité, mais humides par les liquides que sécrètent les glandes, ou par la nutrition, doivent avoir un genre de vie qui leur est propre, et qui se modifie par leur milieu; mais ce qui est constant par leur organisation directe, c'est que les muqueuses se régénèrent constamment et jour par jour; qu'elles se renouvelent chaque jour par leur couche la plus superficielle, laquelle tombe après s'être sacrifiée avec les couches plus internes, et sous ces nouvelles exfoliations ne diffèrent de l'épiderme proprement dit, qu'en ce que, chez elles, la muqueuse ne se dessèche pas en s'épuisant, mais elle se renouvelle en se détachant, et reste dans l'eau en se dépouillant de ses substances nutritives.

Si l'on examine au microscope la muqueuse du jeun, on y observera une quantité considérable de cellules aplaties, isolées ou réunies deux ou cinq ensemble, et qui auront l'air de fragments de petites écailles furfuracées (pl. 11, fig. 4). Pour s'assurer que ces débris proviennent de la couche externe des surfaces muqueuses, on détache avec les dents un lambeau de muqueuse, et qu'on l'examine au même grossissement au microscope, et on verra clairement que ces débris sont des éléments désagrégés du tissu de la muqueuse; donc chaque jour les parois buccales se renouvellent de leur surface externe, qui se détache et se confond avec la salive, et être rejetée dehors par l'expectoration. Dans un cas d'excorsion, cette excorsion a lieu d'une manière profonde, et l'on sent se détacher de morceaux de ce tissu; cela arrive encore souvent aux personnes qui ne peuvent dormir avec la bouche béante; car, dans ce cas, les parois buccales se dessèchent, et leur excorsion entraîne toutes les modifications de l'excorsion muqueuse.

Il est de même de la surface des fosses nasales, qui est rejetée au dehors, pétrie avec les glandes de la sécrétion pituitaire, et qui a la consistance ductile du gluten, de même que la muqueuse qui s'excorie imprégnée de sueur. Quant aux surfaces intestinales, on n'a

qu'à étudier les fèces de divers animaux, pour s'assurer qu'elles se divisent en petites pelotes, variables de formes et de dimensions, selon l'espèce d'animal, mais toujours revêtues d'une pellicule membraneuse très-visible sur la fiente humaine, sur celle des moutons, etc. Cette membrane joue le rôle d'une cellule qui aurait élaboré dans son sein la substance durcie de l'excrément. Étudiée au microscope isolée et lavée, on y rencontre fréquemment, non-seulement des traces de vaisseaux sanguins, mais encore celles des plaques de Peyer, sur lesquelles nous allons revenir dans l'alinéa suivant. Il serait impossible de méconnaître à ces caractères un fragment de la muqueuse qui tapisse les intestins.

1909. La surface intestinale est hérissée de petites anses vasculaires, qui imitent assez bien la forme des anses branchiales de certains animaux aquatiques (pl. 8, fig. 4), et qui paraissent remplir ici des fonctions analogues, en aspirant dans le bol alimentaire, les sucs favorables à la nutrition et à la circulation. Mais l'analogie devient incontestable, lorsqu'on soumet à l'inspection microscopique la surface intestinale du fœtus humain; on la trouve alors hérissée de villosités jaunâtres, colonneuses à l'œil nu, et qui, au microscope, offrent la même structure et les mêmes ramifications que les villosités vasculaires dont le feutrage forme le *placenta humain* (pl. 13, fig. 5). Ce sont donc des organes aspiratoires. Mais dès que l'enfant vient au jour et qu'il digère, ces villosités se détachent et s'écoulent avec le méconium, déchirées qu'elles sont par le passage de fèces solides, et elles sont remplacées par les anses plus consistantes qui les supportent, et que l'anatomie, à l'œil nu, désigne sous le nom de plaques de Peyer. Ni l'anatomie ni la chimie n'avaient tenu compte de ces premières, qui ont passé certainement, dans la dissection et l'analyse, sur le compte du méconium. La fig. 4, pl. 11, représente un fragment de ce tissu pris sur l'intestin d'un enfant venu à terme; la fig. 5 en représente une sommité de rambeau, prise sur un fœtus de trois mois, époque où les villosités sont si abondantes et si feutrées, que le canal intestinal en est presque obstrué. On voit que chacune de leurs anses (a) est bordée d'un canal vasculaire, exactement comme le sont les anses des branchies de la jeune salamandre aquatique, dont une est représentée pl. 18, fig. 4 (1930).

1920. En nous occupant des tissus embryonnaires, nous aurons à parler des caduques de l'*utérus* et du *chorion*, qui ne sont que des excorsions de ce genre.





et la proue serait armée de chaque côté mobile, hérissée sur sa circonférence horizontale, et se mouvant autour d'un axe à la quille.

On remarque souvent, surtout lorsque l'eau objet commence à s'évaporer, que le bord de certains infusoires (les *kolpoda*) se couvre de cils nouveaux, lesquels recouvrent la surface qui les supporte, descendant l'ouverture regarde le point où se fait le mal, en sorte que, dans ce cas, l'animal écarterait exactement par un mécanisme semblable à celui du poisson, puisque les cils de devant seraient disposés dans le sens inverse des autres.

À plusieurs fois qu'une surface offre de pareils phénomènes, on voit qu'elle détermine dans l'eau des courants que l'action de cils vibratiles ne serait pas capable de déterminer; car les corpuscules suspendus dans l'eau sont attirés de loin par la surface hérissée de cils, et ils sont repoussés, lorsqu'ils trouvent à la hauteur de ces cils; tels sont les phénomènes du brachion (pl. 19, fig. 6).

Ces phénomènes non illusoires se montrent surtout après la mort de l'animal. Ceux du brachion (fig. 6) restent visibles, même dans l'eau morte, alors que les autres cils, qui sont vibratiles chez cet animal, se sont évaporés pendant le repos et par la mort.

Si les mouvements imprimés à l'eau par les cils attribués à l'action des cils en vibration sont des mouvements supposeraient une vibration, que, par le fait, on ne devrait voir aucun cil, ce qui est loin d'avoir lieu; mais on les distingue, mais encore on ne voit pas leurs effets.

Après ces raisons soumises mille fois aux yeux du corps, qui, dans cette circonstance, sont peut-être plus compétents que moi, j'ai pu, m'avaient fait repousser comme si l'existence des cils vibratiles, dont les cils ont hérissé certains organes des

ces doutes se changèrent en certitude, hasard m'eut fait placer, sur le porte-microscope, un bord de branchie de *Hydra* vivante (pl. 7, fig. 16), pour en voir la structure intime: non-seulement les cils couvraient de ces cils scintillants, et tourbillonner l'eau, de la même manière que les infusoires; mais encore on voyait des lambeaux informes, provenant du déchirement des branchies (*m*), exécuter des mou-

vements rotatoires avec une étonnante rapidité, et se couvrir de cils sur tous les points de la surface qui attirait les corpuscules suspendus dans le liquide; cette surface simulait alors la partie antérieure du corps. Chacun de ces lambeaux fonctionnait pendant vingt-quatre heures au mois d'août, époque à laquelle j'eus lieu de me livrer à ces curieuses observations. Je déchirai ensuite sous mes yeux, à l'aide de deux pointes, ce fragment de branchies, et aussitôt chacun des débris que j'avais détachés (fig. 17-21) décrivit des mouvements gyroïdes, en se couvrant de cils, et attirait par sa surface ciliée les corpuscules flottants sur l'eau; on aurait dit, en pareil cas, que la pointe microscopique était la baguette magique, qui donne la vie à tout ce qu'elle touche, et ressuscite tout ce qui est mort; car en un instant le porte-objet se couvrit d'une nuée de lambeaux d'abord informes, qui s'arrondissaient ensuite plus ou moins, variant à l'infini de diamètre et de configuration, et qui tournaient sans cesse en accélérant et ralentissant leurs mouvements sans aucune règle.

1927. Cette découverte était trop importante à mes yeux pour la laisser stérile comme un fait isolé; aussi ne tardai-je pas à m'assurer que les palpes labiales des mêmes moules de rivière sont douées des mêmes propriétés, mais que le manteau (1809) et la partie marginale du pied en donnent à peine des signes. Je n'eus qu'à enfoncer la pointe de mon scalpel dans l'ovaire, pour apporter sur mon porte-objet, avec une foule d'œufs à divers états de développement, une foule plus considérable encore de lambeaux mouvants, absolument analogues à ceux que j'avais obtenus par le déchirement des branchies (1926).

1928. Je coupai une des quarante-cinq à soixante tentacules de l'*Alcyonella* de nos étangs (pl. 7, fig. 22); non-seulement elle dégorgea des grumeaux qui s'animèrent comme d'un mouvement spontané, et se couvrirent de cils vibratiles; mais encore le fragment de tentacule continuant à se hérissier de cils, se mit à se rouler, à se tordre et se détordre, et à pirouetter sur lui-même pendant des heures entières. Je venais de produire un ver parasite du genre de celui que Laurillard avait cru trouver sur l'*Octopus granulatus* (1635\*); et un observateur que je n'aurais pas averti du stratagème, aurait été porté, par les mêmes raisons, à l'inscrire sous un nom particulier dans le catalogue des *helminthes* qui dévorent les bras des céphalopodes.

1929. Les branchies (collerette) des *grands*

spirale éloignent ou rapprochent leurs spires, selon que l'animal avance en aspirant, ou recule avec la rapidité de l'éclair en expirant.

1945. Quant aux branchies des poissons, des jeunes salamandres, etc., qui présentent le phénomène de l'aspiration sans se couvrir de cils (1930), il est facile d'en concevoir la raison, quand on voit le jeune animal laisser échapper par la bouche une bulle d'air, car, chez eux, l'expiration se fait au dedans de la cavité pectorale, quoique l'aspiration ait lieu à l'extérieur des branchies, comme chez les vorticelles l'expiration se fait par le bourrelet, et l'aspiration par le tambour de la surface antérieure (1932).

1946. Le fait de l'application la plus générale qui ressort de l'histoire de ces phénomènes, c'est que la double faculté d'aspirer et d'expirer réside dans la plus mince parcelle du tissu respiratoire (1936), dans la membrane même organisée, et que par conséquent la respiration peut s'effectuer sans aucun appareil compliqué d'organes.

1947. Cette idée présage peut-être l'explication des contractions musculaires (1874), en sorte que l'effet immédiat de l'influence nerveuse ne serait peut-être que deveiller, dans le cylindre musculaire, l'une ou l'autre de ces deux facultés; le cylindre se raccourcirait en *expirant* une portion quelconque de la substance organisatrice qu'il renferme; il s'allongerait en *aspirant*. Nous reviendrons sur ce point de vue après avoir étudié la circulation végétale et animale.

#### HISTOIRE DE MOUVEMENT QUE LA DÉTERMINATION DES CILS VIBRATILES A IMPRIMÉ AUX ÉTUDES ACADÉMIQUES.

1948. L'apparition d'une idée simple fait toujours une espèce de ravage dans le domaine des idées professées, en ce qu'à elle seule et en deux mois, elle rend raison d'une foule de difficultés, coupe court à une foule de doutes, et fait rentrer des pages entières de la nomenclature sous une seule rubrique, comme un simple cortège de synonymes dont on n'a plus besoin. Mais les académies sont presque toujours aussi les dernières à se rendre à l'évidence et à reconnaître la nécessité de ce bouleversement, quand l'auteur, de son côté, n'a pas voulu accepter le brevet d'infailibilité que confère le fauteuil académique. Dès ce moment, la pauvre idée, sans mentor et sans par-

rain, se met à courir le monde, et de se jeter sur les pas d'un immortel, vaut mieux à l'aise dans la compagnie moins environnée de lumières, y voir de plus loin; c'est là que l'idée simple la veille, rencontre aide et protection, reçoit le droit de bourgeoisie, prend la puissante Calypso regrette de sa mortelle. Tel a été le sort de l'idée nous de développer dans le paragraphe II était vraiment amusant autant qu'il était vrai de combien de faits de détail venant dans le mouvement d'une explication simple.

1949. Il se trouve que les infusoires décrits par Muller sous les noms *ulcata*, *ciliata*, *farosom*; *Leucosulca armata*\*, n'étaient autre que les beaux mouvants de la chair détachés des moules 1926, dont, sans prodige, l'auteur avait déchiré la muqueuse avec un bâton.

1950. Baer et Everat l'Homme aux lambeaux mouvants, comme les d'un ver singulier, qui croissait, et grossissait sous leurs yeux (\*\*), tel voulant pas se fier à eux seuls sur la merveille, l'homme appela à son aide, ainsi qu'avait procédé Molière avant.

1951. Baer professeur à Koenigsberg adresse chez Forsskal, un extrait d'une plaie d'entozoaires, qu'il annonçait verts dans les organes génitaux. Cet extrait fut publié textuellement dans le *Journal des sciences naturelles* et le n° 103, septembre 1826; il avait paru dans le n° de janvier 1826 du *Journal*. Mais cette monographie dont la science n'aurait dû être interminable; car elle était composée que des lambeaux mouvants dont chaque coup de scalpel aurait formé et les dimensions. Aussi sur les journaux de l'époque publièrent de notre mémoire, l'auteur, qui imitant son travail dans les *Actes des curieuses*, s'empressa-t-il de rendre l'évidence, et d'en retrancher tout ce qui était relatif aux entozoaires prétendus.

1952. Les entozoaires de Baer avaient presque en même temps, pour les

(\*) *Infusoria et Zoologia Danica*.

(\*\*) *Philos. Transact. of the Roy. Soc. of London*, vol. 1, pag. 46.

ues des moules, par Prévost, le colla-  
le Dumas; et l'auteur, encore tout imbu  
ode un peu tranchante de son collègue,  
oin de nous donner, en fractions de mil-  
a mesure exacte des dimensions de ces  
ps, qui, malheureusement pour l'obser-  
affectent ni forme ni dimensions con-  
n sorte que les observateurs subséquents  
pu grossir la nomenclature des animal-  
matiques, comme Baer aurait certaine-  
si la nomenclature de ses entozoaires.  
lainville, qui a la bonne foi de changer  
que celle qu'il professe ne peut plus se  
mais qui a le malheur d'en changer un  
souvent pour les intérêts de la synony-  
fessait d'abord que le mouvement des  
es spermatiques de l'homme n'était dû  
poration du liquide; c'était à l'époque  
ille reléguait dans les fables les observa-  
roscopiques, et le microscope au rang  
ments trompeurs; ce qui prouvait que  
e avait établi son opinion avant d'avoir  
lais depuis la lecture du travail sur les  
espiratoires des microscopiques, et sur  
ination de la nature des cils vibratiles,  
professeur changea d'idée; le mouve-  
animalcules spermatiques n'était dû qu'au  
de deux liquides de densité différente;  
puis qu'il est devenu partisan d'un in-  
qui est passé entre les mains de tout le  
a déposé l'une et l'autre opinion profes-  
our rendre aux animalcules spermati-  
rang parmi les animaux doués de mou-  
vomentané.

nfin, il est assez généralement reconnu  
, que les organes qui se couvrent de cils  
scope sont des organes respiratoires,  
t les branchies des animaux inférieurs;  
connu que ces animaux possédaient une  
n visible au microscope sur certains or-  
ils possédaient des muscles, et par con-  
es nerfs, et de plus un canal intestinal;  
ent enfin aussi compliqués, dans leur  
ecture, que les animaux plus haut pla-  
l'échelle zoologique, idée qu'Ehrenberg  
figurée dans de belles planches, en se  
ant à l'aide de la haute influence de Hum-  
notre Institut.

ais l'école académique se montre de plus  
position à l'endroit de la nature des  
iles; c'est là que sa critique se réfugie,  
des fonds Monthyon ou autres genres  
L'ordre est donné de ne pas accorder  
ASPAIL. — TOME II.

que ces cils classiques soient autre chose que des  
cils analogues à ceux de nos paupières, que des  
cils qui vibrent pour frapper l'eau; mais on est  
fort embarrassé pour nous dire ce que sont ces  
sortes de cils; c'est là que la subvention se met  
l'esprit à la torture et change d'idée à tout moment.

1856. Purkinje et Valentin ont publié, en 1835  
un volume in-4°, *De phænomeno generali et  
fundamentali motus vibratorii* (\*), dans lequel  
ils ont classé tout ce qui branle sur le porte-objet  
du microscope, depuis la plus fine gelée jusqu'à  
la chair la plus palpitante; ils nous ont donné la  
monographie de tous les corps tremblotants,  
monographie interminable, si jamais l'observa-  
teur s'avise de placer le siège de ses études micro-  
graphiques dans l'un des appartements de notre  
rue Saint-Honoré. Cet ouvrage, dont le titre, un  
peu trop ambitieux pour nous autres prolétaires,  
et que nous traduirions, afin d'être vrai, par celui-  
ci, qui est moins beau à la vérité : *Histoire  
de tous les corps qu'ont fait vibrer les trem-  
blotements du porte-objet de mon microscope*,  
cet ouvrage fut accueilli par nos distributeurs de  
couronnes, avec toute la bienveillance que des  
pouvoirs supérieurs ne manquent jamais d'accor-  
der à tout ce qui flatte leurs goûts. Il est devenu  
un code, sur les articles duquel s'appuient tous  
ceux qui ont à implorer, pour leurs petits bouts  
de notes hebdomadaires, la faveur d'un rapport  
favorable ou d'un regard indulgent, de la part  
du premier corps savant de la France et de l'uni-  
vers. Aussi trouvons-nous, par exemple, dans les  
*comptes rendus* imprimés par ordre de l'Acadé-  
mie des sciences, séance du 25 septembre 1837,  
l'exclamation suivante : « Voici de nouveaux faits  
à ajouter à ce que MM. Purkinje et Valentin nous  
ont appris relativement aux mouvements ciliaires  
de certaines membranes muqueuses. Ayant eu  
l'occasion d'observer un fragment de muqueuse  
provenant d'un polype du nez, j'ai constaté 1° que  
le mouvement vibratoire n'a pas duré moins de  
trente heures; qu'au bout de sept à huit heures,  
la portion de la membrane soumise à mon obser-  
vation, ou plutôt son *epithelium*, a commencé à  
se désagréger, à se diviser en particules pyriformes,  
ayant environ  $\frac{1}{40}$  de millimètre de largeur et  
 $\frac{1}{100}$  de longueur à leur partie renflée; les cils vi-  
bratoires étaient fixés sur cette partie, l'autre se  
terminait en queue; on avait alors sous les yeux  
de véritables monades, se mouvant dans le li-  
quide, et agitant leurs cils avec une grande ra-

(\*) Voyez le *Réformateur*, bulletin n° 206.

pidité. « Il est fâcheux que l'auteur n'ait pas cru devoir imposer un nom à ces monades, et nous aurions eu un synonyme nouveau de la *roticelle*; car ce que l'auteur a vu et fait imprimer, aux frais de l'Académie, n'est pas autre chose que l'un de ces animaux, qui se développent avec une effrayante rapidité, partout où on laisse macérer une membrane animale quelconque. Quant aux cils qu'on a pu observer sur le bord d'une membrane animale, nous en avons donné la cef par les cils que l'acide sulfurique développe sur les bords de la gouttelette oléagineuse; car il est impossible qu'une muqueuse soit placée dans une nappe d'eau, sans qu'il s'en échappe des substances solubles ou des molécules désagrégées, qui toutes seront dans le cas d'offrir au microscope les cils les plus variés et les plus illusoires (1938).

1957. L'observation recueillie également par le rédacteur officiel des *comptes rendus*, séance du 28 août 1857, laisse bien loin derrière elle l'observation dont nous venons de nous occuper. Nous regrettons, en vérité, l'espace que nous allons consacrer à la réfuter et à la transcrire; et nous l'aurions volontiers passée sous silence, si l'Académie ne l'avait pas placée sous l'égide de sa publication. Ah! que la philanthropie de Montihyon nous impose de rudes tâches! On savait « (pour ne pas dire d'après qu) (1950) que l'embryon, au bout de plusieurs jours, se ment, dans l'œuf, en tournant sur lui-même, et que ce mouvement est produit par les cils vibratiles de ce qui doit devenir l'organe respiratoire (\*). » Voici ce que j'ai vu lundi dernier :

« Des vitellus tirés d'œufs de limace grise pondus la veille furent placés entre deux lames de verre suffisamment écartées, avec leur albumine et un peu d'eau. Ils étaient composés de globules larges de  $\frac{1}{5}$  de millimètre; mais par l'effet d'une légère compression, ils devenaient *lancés* de  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{3}$  de millimètre. Je vis alors un de ces vitellus émettre, par deux portions opposées de son contour, six à huit *prolongements* diaphanes, arrondis, longs de  $\frac{1}{50}$  de millimètre environ, s'étendant et se retirant alternativement et changeant de forme à chaque instant, comme ceux des amibes, et de même aussi entraînant avec eux des granules. Ce phénomène dura plus de deux heures, puis le vitellus, comme un infusoire, se désagrégea

« peu à peu en globules glutineux, pendant la vie continuait dans ce désagrégé; et chaque fois qu'il s'étendait, il déterminait l'émission de globules glutineux. On conclut de là que le vitellus n'avait ni enveloppe générale, ni vitellus ne m'ont point montré ce sont qu'ils fussent placés dans un vent, soit qu'ils eussent été asphyxiés la préparation. »

1958. Nos lecteurs soupçonnent l'inexpérience que révèle une semblable et si elle n'était pas faite avec l'académique, ils sont persuadés qu'ils n'ont pas la peine de relever ces choses. L'auteur est un de ceux qui sont officiellement chargés de revoir l'histoire vibratiles, et de soutenir que ces sont que des prolongements qui l'entrent et retirent au dehors au moyen d'une substance. Vous concevez combien est ingénu; vous ne connaissez pas de cils, que des pilosités lentes à repousser, et que nous n'avons prié de faire disparaître qu'avec et alors c'est pour longtemps; et les pilosités disparaissent d'elles-mêmes toujours. Eh bien! la nature n'a pas de cheveux dans toutes les classes et il est, d'après nos observations, petits animaux qui ont l'agrement et et chevelus à volonté, et qui sont avec la rapidité de l'éclair, tellement, on n'a pas le temps de dire qu'on l'autre; ils vous font mentir, qu'oui ou non. Le secret de ce changement consiste, non dans de véritables cils, mais plus le soutien, mais dans de prolongements qui naissent et se retirent, et les cornes à l'observateur des *phylotens* volontaires et spontanés *poules* qui s'enflent et se désenflent, ce qu'il y a de plus surprenant est de voir ainsi travaillé n'en tient pas du corps, comme si jamais n'avait dédoublé sa surface. Dans le grossier, il ne se passe rien de malheur pour les érépèles et la Mais au microscope, on se trouve

(\*) L'auteur a mal compris nos paroles, car dans l'embryon des mollusques univalves tout le corps se couvre de ces prétendus cils, tout son corps est alors branchu; l'organe de la

respiration future se montre se mouvant en dedans, il est interne.



en différent du nôtre, monde enchanté  
 ie, où vous n'avez qu'à rêver pour  
 vouloir pour enfanter des merveilles,  
 ferez croire aux ministres et académi-  
 n'ont pas la prétention de voyager  
*Eldorado*; car ils ont des voyageurs  
 r cela, et qui connaissent le proverbe:  
*mentir qui vient de loin*. En consé-  
 es microscopiques ont un épiderme qui  
 fait feu par tous les points, comme un  
 le guerre, et qui lance dans l'eau des  
 nents, avec la vitesse d'un boulet et  
 e. Et l'on ne sera pas arrêté, dans cette  
 mmandée, par la malencontreuse ob-  
 s lambeaux mouvants des branchies des  
 es (1926), qui certes sont pris ailleurs  
 épiderme, et jusque dans les entrailles  
 il, et qui pourtant lancent de pareils  
 l'eau tout aussi bien que la périphérie  
 zoire; on ne sera pas arrêté par l'ob-  
 ar on ne s'y arrêtera pas, on n'en par-  
 et il sera défendu d'en parler par ordre  
 . Mais il sera décrété que ce qu'a vu,  
 nier, le défenseur de ces merveilles,  
 ppu de l'existence des prolongements  
 s de la peau.

Le prenons notre sérieux, avec tout le  
 ue l'on doit aux *comptes rendus* de la  
 nte des académies, et avec toute la di-  
 le humble remontrance.

ord, nous prendrons la liberté de faire  
 à l'illustre assemblée, que tout ce qui  
 id à travers un animal transparent et  
 sur une surface, n'est pas un globule de  
 , mais le plus souvent une simple bulle  
 risonnée sous son corps. Or, si dans ce  
 comprimez le pauvre animal entre deux  
 verre, la bulle d'air, qui d'abord pou-  
 voir que  $\frac{1}{5}$  de millimètre en diamètre,  
 n s'étendant par la compression, attein-  
 même  $\frac{1}{3}$  de millimètre. Il en sera de même  
 lobule oléagineux ou de tout organe de  
 torturé qui s'offrira au microscope sous  
 bulaire; ainsi ces mesures ne sont pas  
 lères, car ces dimensions ne sont que  
 nts.

emprisonné sous le vitellus s'étend par  
 ssion, en prolongements apparents, ou  
 es placentiformes, selon qu'il trouve ou  
 ssues pour se développer. Pour se faire  
 de ces effets illusoires, enfermez de l'air

et de l'eau entre deux lames de verre, ce qui est  
 facile en appliquant une lame sur une autre lame  
 humectée d'eau; vous verrez alors des prolonge-  
 ments, de formes et de dimensions variables, qui  
 s'avanceront et, reviendront sur eux-mêmes; la  
 moindre compression exercée sur l'une des lames  
 suffira pour étendre et faire varier à l'infini ce  
 réseau mouvant, ces larmes bataviques, toutes  
 ces configurations enfin, qui émanent de l'air  
 emprisonné entre de l'eau et deux surfaces paral-  
 lèles de verre. Ce qu'a vu l'auteur n'est pas autre  
 chose qu'un des nombreux effets de cette cause;  
 et il est affligeant d'être obligé aujourd'hui de  
 donner, aux privilégiés académiques, des leçons  
 élémentaires de cette force-là, quand on pense  
 qu'on n'aurait pas osé, il y a dix ans, nous four-  
 nir une occasion semblable.

3° Nous ne parlerons pas de la désagrégation  
 des globules. Vraiment nous regrettons les carac-  
 tères que nous employons à rappeler qu'il faut  
 bien que l'albumen se désagrège dans l'eau, quand  
 on l'écrase sous deux lames de verre. Quant à la  
 durée de la vie dans un animal ainsi torturé,  
 qu'est-ce que ce fait offre de si étonnant aux na-  
 turalistes, qui savent avec quelle opiniâtreté la  
 vie dure chez les mollusques que l'on torture, que  
 l'on écrase, que l'on coupe en morceaux; chez les  
 vers de terre que l'on coupe par tranches; enfin,  
 surtout aux yeux de ceux qui auront voulu répé-  
 ter l'observation, sur les lambeaux mouvants des  
 branchies et de l'ovaire des moules?

1970. APPLICATIONS A L'INDUSTRIE! — Ne vous  
 en étonnez pas. Nous avons assez longuement  
 établi ailleurs que la nature est la même, en grand  
 comme en petit, qu'en fait de lois il n'y a rien de  
 petit dans la nature que les petits esprits. Aussi,  
 à peine avons-nous démontré que le mécanisme  
 de la locomotion des microscopiques n'était autre  
 que le mécanisme de leur respiration, qu'ils avan-  
 çaient enfin comme une barque à la proue de  
 laquelle on adapterait une pompe aspirante (\*),  
 lorsque l'industrie s'empara de cette idée, pour  
 l'appliquer à la navigation. Un ingénieur proposa  
 le fait à des capitalistes qui fournirent aussitôt  
 des fonds. On construisit des barques qui s'avan-  
 çaient par le jeu d'une pompe aspirante placée à  
 la proue, et d'une pompe foulante placée à la  
 poupe, et qui modifiaient leur vitesse ou leur di-  
 rection par l'excès du jeu de l'une des deux  
 pompes sur l'autre, ou en changeant la direction

(\*) *Mémoire sur l'Alcyonelle*, § 78.

du *larynx* de pompe à volonté. On conçoit que de cette manière il ne serait besoin ni de rame, ni de gouvernail, et qu'on pourrait s'enfoncer dans l'eau et revenir à la surface sans crainte de chavirer, ou, si l'on chavirait, sans crainte de rester longtemps dans cette position inverse. Mais la solution d'un problème de navigation est toujours double. Il faut réussir, et, après avoir réussi, soutenir la concurrence. Or comment obtenir un levier plus puissant que la vapeur? Si vous employez la vapeur pour faire fonctionner vos pompes, vous remplacez la rame par un appareil plus compliqué, plus dispendieux, et d'un entretien moins facile; une pompe exige plus d'effort qu'une rame, et un coup de volant donnera une plus grande impulsion qu'un coup de piston. Aussi il paraît que jusqu'à présent, sous le rapport de la vitesse, la pompe ne l'a pas emporté sur la rame. Cependant, il est d'autres rapports où cette application en grand de l'une de nos découvertes microscopiques serait dans le cas de remplir un rôle d'indications utiles, et de devenir un excellent moyen de sauvetage. Du reste, en tout ce nous ne sommes coupable, nous, que de l'idée, nous n'avons jamais été consulté sur l'application.

## § II. Tissus respiratoires aériens

1961. Nous avons vu que la respiration vorticelle (1953) et de la salamandre jeune s'opère sur la surface externe d'un tissu : quel circule un vaisseau. Le sang vient à voquer la respiration et s'alimenter de duit; il aspire l'air à travers la par reconvre et les membranes entre lesquelles; et ce phénomène est normal tant animaux restent plongés dans l'eau, à asphyxiés dès qu'on les transporte d'un pur qu'il puisse être. Donc l'eau au véhicule nécessaire du fluide aspiré, surface aspirante est placée sur la corps, qu'elle est l'organe le plus mal, c'est celle qui se dessèche la, il advient que l'animal est frappé qu'il sort de son élément liquide.

Mais supposons que l'organe respiratoire de faire saillie au dehors, comme les lézards de salamandre et de grenouilles dans le fond d'une cavité du corps se dessèche, et dans laquelle se permanence une atmosphère, pourra respirer dans l'air libre, puisque son organe respiratoire

déclinent seulement, faisant saillie au de-  
les animaux aquatiques, et refoulé en  
fond d'une cavité protectrice, chez les  
terrestres et aériens.

l'action commence à passer dans le do-  
science universitaire, surtout depuis  
la publication de notre *Nouveau sys-  
tème organique*.

### *Phénomènes chimiques de la respi- ration.*

inspirer l'air extérieur et expirer les pro-  
aspiration qui sont inutiles à l'élabora-  
tion, c'est le propre de tous les organes  
en contact immédiat avec le milieu am-  
biant le propre de toutes les cellules du tissu  
végétal placées dans des circonstances  
favorables, ainsi que nous l'exposerons plus en-  
détail de la circulation végétale et ani-  
male. Le système respiratoire, chez les animaux, ne  
présente pas les mêmes rapports, qu'en  
l'homme organisé pour exercer cette absorption  
à grande échelle; et c'est en expéri-  
mentant sur lui, qu'on peut espérer d'arriver à la  
solution du problème de la respiration, c'est-à-dire  
de déterminer la quantité de gaz que le sang s'as-  
simeile par le réseau vasculaire aspi-

puis que Priestley et Lavoisier eurent  
résolu le problème de la respiration des animaux vivants  
c'est-à-dire le dépouillait de son oxygène,  
les auteurs se sont mis à la recherche, pour  
déterminer d'une manière précise,  
la quantité de gaz inspiré et expiré; mais les  
résultats ont varié selon les expérimentateurs, et  
le débat se prolonge encore aujourd'hui dans les  
sciences que dans le principe. Or les dissi-  
mulations pourraient provenir des instruments,  
les auteurs ne font usage en cette cir-  
constance des mesures eudiométriques (235);  
ils pourraient venir non plus de l'inexpérience  
ou du défaut de certains observateurs; car en  
plusieurs essais de ce genre on devient tout  
à fait que le plus expérimenté. Il faut donc  
s'assurer qu'on n'ait point fait entrer tous  
les éléments dans la position du problème, et qu'on  
ne tienne compte de certaines lois et de  
des circonstances capables de faire varier les  
résultats.

On a posé le problème de la manière sui-  
vante : L'ATMOSPHÈRE ÉTAIT UN MÉLANGE  
DE 79 D'AZOTE, PLUS DE QUELQUES

TRACES D'ACIDE CARBONIQUE; COMBIEN LES POU-  
MONS, DANS L'ACTE DE L'INSPIRATION, PRENNENT-  
ILS DE CHACUN DE CES GAZ, ET PAR CONSÉQUENT  
COMBIEN EN RENDENT-ILS DANS L'ACTE DE L'EXPIRA-  
TION?

Or il s'est trouvé que, d'après les uns, une  
partie de l'oxygène était absorbée, et de ce nombre  
sont : Lavoisier, Crawford, Gay-Lussac, Hum-  
boldt et Provençal, Despretz, Dulong, etc., tandis  
que Spallanzani et Schéele ont obtenu des résul-  
tats contraires.

Quant à l'azote, même divergence: Spallanzani,  
Pfaff, Davy, Henderson, Humboldt et Provençal,  
ont observé qu'une portion notable de ce gaz était  
absorbée dans la respiration de l'homme et des  
mammifères; Dalton, Allen et Pepys sont d'un avis  
contraire; ils pensent, ainsi que Berthollet,  
Nysten, Despretz, et Dulong, qu'il y a même dé-  
gagement de gaz azote.

1965. Le procédé dont se sont servis tous les  
expérimentateurs, qui se sont occupés spéciale-  
ment de cette question, a toujours consisté à  
placer un animal de petite taille sous une cloche  
remplie d'air ou d'un autre gaz, au-dessus du  
mercure, pour analyser la quantité d'air absorbé  
et rendu par la respiration de l'animal. Or, nous  
n'hésitons pas à établir en fait, que de l'unifor-  
mité du procédé, ont découlé nécessairement  
toutes les divergences. Et nous ajouterons que le  
phénomène de la respiration est resté inexpli-  
cable, parce que les auteurs ne l'ont étudié que  
d'après la méthode de la chimie inorganique, et  
en n'envisageant leur sujet que sous le rapport  
des produits bruts qui s'emprisonnaient sous le  
récipient. Avant d'examiner en détail les résultats  
qu'ils ont obtenus, entrons dans quelques déve-  
loppements, qui serviront à mettre dans tout son  
jour l'inconséquence qui fait l'objet de ce re-  
proche (\*).

1966. 1° Un animal que vous placez dans une  
atmosphère artificielle, se trouve, dès ce moment,  
dans un état de gêne et de souffrance, diamétra-  
lement opposé à son état normal. Il ne respire  
plus comme à l'ordinaire; donc il n'absorbe pas  
les mêmes quantités ou les mêmes espèces de gaz.  
Par suite, il ne doit plus rendre par l'expiration  
ni les mêmes gaz, ni les mêmes quantités du même  
gaz. Les produits recueillis ne seront donc pas les  
produits de l'élaboration normale, les produits de  
la vie; ils seront les produits de la désorganisation

(\*) Voyez *Annal. des scienc. d'observ.*, tom. III, pag. 432.  
1830.

qui commence là où l'élaboration finit, les produits (c'est de la mort).

2<sup>e</sup> Que sera-ce, lorsqu'à la place d'une atmosphère qui ne diffère que par les proportions, de l'air atmosphérique ordinaire, vous placerez l'animal dans le gaz hydrogène, ou le gaz azote, ou le gaz acide carbonique pur de tout mélange? Que sera-ce, lorsqu'au lieu de recueillir les produits du malaise, vous recueillerez les produits de l'asphyxie?

Vous obtiendrez, dans le gaz acide carbonique, un gaz exure d'une nature différente que dans le gaz hydrogène ou azote, de même que dans l'oxygène pur, vous obtiendrez un gaz exure d'une tout autre nature que dans le gaz acide carbonique, ou au moins un mélange de gaz dans de tout autres proportions.

1967. 5<sup>e</sup> L'animal absorbe l'air et les gaz par toutes les surfaces de son corps, quoique les poumons soient l'organe par lequel cette absorption s'opère avec le plus d'énergie. Par la même raison il expire les gaz, comme il transsude, par toutes les surfaces de son corps. Dans un milieu artificiel, comme dans un cas malade quelconque, cette expiration générale sera tout aussi anormale, que l'expiration spéciale aux poumons. Les expérimentateurs n'ont tenu aucun compte des produits de cette expiration cutanée.

1968. 4<sup>e</sup> Les détritus des tissus qui n'élaborent plus, fermentent et se décomposent dès l'instant que leur élaboration normale cesse. Or les animaux sont couverts de ces débris qui séjournent plus ou moins longtemps sur la peau, selon que celle-ci est lisse ou velue, et selon qu'elle est soumise plus ou moins rarement aux soins de propreté, tout le monde sait que cette fermentation dégage de l'acide carbonique, ou de l'azote combiné avec l'hydrogène ou de l'hydrogène pur.

1969. 5<sup>e</sup> Mais il est une circonstance à laquelle aucun expérimentateur n'a eu l'idée de s'arrêter, et qui pourtant est dans le cas de faire varier en tout les résultats de l'expérience; je veux parler de l'influence de la lumière et des ténèbres sur la nature et les produits de l'élaboration vitale. Les plantes expirent et aspirent tout différemment la nuit que le jour; pourquoi les animaux, qui ont à élaborer les mêmes gaz que les plantes, ne se ressentiraient-ils pas de cette double influence? Pourquoi n'élaboreraient-ils pas l'air autrement pendant la nuit qu'ils plongent malgré eux dans le sommeil, et autrement pendant le jour qui leur rend, avec le bienfait de la lumière, le besoin invincible de la pensée et de la loco-

motion? Notre respiration se mo- ses produits diffèrent de ceux de diurne. Or, si vous laissez l'homme apparemment, pendant quelques heures de la nuit, savez-vous ce que vous recueillerez un jour qui ne représentera nullement la respiration, et qui modifiera à son tour la respiration de l'animal force de séjourner dans l'atmosphère. En poussant plus loin ces pratiques de cette observation, facilement que le mécanisme de la respiration aura lieu tout autrement dans le laboratoire que lorsque les rayons du jour frappent le récipient; car la cause reconnue, il serait absurde de ne pas en tenir compte. Une circonstance, les effets qu'on en tire, les individus de la même espèce, à leur tour avec la même puissance de modifications sur le phénomène de la respiration agit à son tour d'une manière variable aux saisons. Enfin, et par cela même, les individus de la même espèce, affectés au goût et à l'odorat des produits différents selon les espèces, ou dont les produits diffèrent selon les espèces, on doit se rendre compte que les produits de l'expiration varient selon les espèces, et, j'irai plus loin, comparer les produits de la respiration des campagnes à ceux de la ville du citadin?

1970. 6<sup>e</sup> Les analyses eudiométriques et des gaz sont d'une imperfection telle que seule une drôle de méthode semblant d'ignorer. En effet, une analyse de ce dont nos sens et notre odorat ne sentent pas la présence. L'eudiométrie, les mêmes qu'il n'y a d'oxygène, d'azote, d'acide carbonique, dans l'air de l'une de ces salles où les respirations les plus fortes ont eu quatre ou cinq heures, grandement vicié l'air; ce qui est vicié par un seul animal dans une salle et ne l'est pas par des milliers d'animaux fermés dans une salle de spectacle, contre laquelle l'hygiène publique s'élève. Nous rendons par l'expiration gazeux à base d'ammoniaque, et à la même base dissous dans la portion de transsudation pulmonaire; il suffit de le matin sur une lame de verre, pour y voir au microscope de nombreuses et élé-

l'hydrochlorate d'ammoniaque; or les eudiométriques ne tiennent compte de tout cela; l'expérimentateur, depuis jusqu'à nous, n'a jamais eu d'autres gaz que l'oxygène, l'acide carbonique, et ne. Il n'a pas même tenu compte de

7° Or la présence de l'eau est tellement liée à la fonction de la respiration, que si nous respirons est trop sec, toute l'économie se dérègle, signe infaillible que la respiration est troublée, et que partant ses produits sont mauvais. Mais dans les recherches eudiométriques, l'expérimentateur a grand soin d'employer des gaz destinés à l'inspiration parfaitement secs, ne s'occupe nullement de l'eau qu'il recueille de l'expiration, et pourtant la quantité d'eau recueillie, on trouverait des choses, qui ne sont rien moins qu'indifférentes au phénomène général de la respiration. 1° Enfin, dans tout ce qui précède, nous essayé d'énumérer les *desideranda* de l'expérimentation, et ils sont nombreux; dans la suite, nous avons à relever des erreurs de méthode, et elles sont graves.

En effet, l'observateur a raisonné sur les résultats de l'expérimentation en vase clos, de la même manière que si l'expérimentation avait été faite à l'air libre. Il a tenu compte de l'air qui entre dans les poumons et qui en sort, et nullement de l'air qui pénètre toutes les lacunes les plus exiguës de notre corps, de l'air qui fait en nous équilibre à l'air extérieur. La représentation des phénomènes change tout à fait de face, et dans une latitude immense, l'expérimentateur ne tient compte de cette donnée, dont sa méthode ne s'est pas même doutée. Le corps est imprégné d'air qui fait équilibre à l'air extérieur; il n'est pas un tissu animal soumis à l'action de la pompe pneumatique, qui ne soit rempli d'une quantité considérable d'air. L'action de la ventouse appliquée à une quelconque de la surface de notre corps, ne fait encore mieux chaque jour ce fait physique. Du reste, s'il en était autrement, ce serait si l'air atmosphérique ne pénétrait dans toutes les petites lacunes de nos tissus, que nos tissus seraient comprimés sous la pression du milieu atmosphérique comme sous une presse hydraulique. Mais libre que les fluides gazeux contenus dans le corps font avec les fluides gazeux qui sont à l'extérieur, suppose évidemment l'équilibre

des proportions dans les éléments qui composent l'une et l'autre atmosphère; en effet, le poids des éléments gazeux de l'air étant différent, si vous augmentez les proportions de l'un dans une région, cet air ne saurait plus faire équilibre avec l'air d'une autre région, dont le mélange aura conservé ses premières proportions; et dès ce moment il s'opérera un refoulement tendant à rétablir l'équilibre; le gaz qui entrera dans une plus grande proportion de ce côté, tendra à se distribuer par égale part dans la portion opposée, jusqu'à ce que le poids des deux mélanges soit égal. Supposons, par exemple, que l'air ambiant soit composé, comme à l'ordinaire, de 21 d'oxygène et de 79 d'azote, et que l'air intérieur, par suite de l'absorption et de l'élaboration d'un organe, ne possède plus que 15 sur 100 d'oxygène, et que partant l'oxygène y existe dans la proportion de 15 à 85 d'azote; pour que l'équilibre se rétablisse, il faudra qu'il s'opère entre l'air extérieur et l'air intérieur un échange, qui portera, dans l'une et l'autre région, la proportion d'oxygène à 18 sur 100 et la proportion d'azote à 82 sur 100; proportions qui se maintiendront dans un endroit clos, si l'élaboration cesse; mais qui devront nécessairement déranger l'élaboration, laquelle jusque-là s'était opérée sous l'influence d'un tout autre mélange.

1974. Déduisons maintenant les conséquences de ce principe, et posons d'avance en fait, que l'air que nous aspirons par toutes nos surfaces, et que nous respirons par nos poumons, ne séjourne pas dans notre corps en qualité d'atmosphère, mais qu'il se combine en qualité d'aliment, et se solidifie pour servir à l'accroissement du tissu et au développement des organes. Nos tissus étant une combinaison intime d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, que nous considérons comme base de l'ammoniaque qui sert à les organiser, et ces quatre gaz se trouvant en diverses proportions dans l'air, il est impossible de supposer que la nutrition générale n'en prenne pas au moins une certaine portion à l'air qui nous pénètre.

1975. Or qu'arrivera-t-il, alors que, sur une quantité d'air inspiré, l'élaboration des organes se sera assimilée une certaine quantité de l'un plutôt que de l'autre gaz? Et d'abord, supposons le cas où, sur 100 d'air atmosphérique aspiré, l'animal aura absorbé, au profit du développement de ses tissus, de l'oxygène, sans avoir encore touché à l'azote. Pour que l'équilibre se rétablisse entre l'air intérieur et l'air ambiant,



il faudra que l'excès d'oxygène de l'air intérieur se distribue dans l'air extérieur; il y aura alors expiration apparente d'oxygène; nous attribuerons aux fonctions de nos organes un phénomène qui se serait reproduit de la même manière dans et autour d'un corps poreux. Si donc, sur 100 d'air atmosphérique aspiré dans une enceinte close, l'animal s'est assimilé 6 d'oxygène et n'a pas touché à l'azote; pour que l'équilibre se rétablisse, il faudra qu'il sorte du corps de l'animal de l'oxygène; si le corps de l'animal ne renfermait que 100 d'air, il sortira alors 6 d'oxygène, et les proportions de l'air extérieur et de l'air intérieur ne représenteront plus les proportions de l'air atmosphérique; l'analyste trouvera dans l'air expiré 18 d'oxygène et 82 d'azote, et il en conclura que l'expiration n'a absorbé que 3 d'oxygène, quand en réalité il en aura disparu 6; en sorte que, si on faisait entrer dans l'enceinte 6 d'oxygène pur, par la seule conséquence de la loi sur l'équilibre, il en serait absorbé trois sans que la respiration y prît aucune part.

1976. Admettons que les organes s'assimilent de l'azote dans l'air inspiré, et le transforment en ammoniacque; pour que l'équilibre se rétablisse au dedans et au dehors de l'animal, il se dégagera de l'azote de l'air intérieur, azote que l'expérimentateur placera sur le compte de l'expiration.

1977. Quant à l'acide carbonique, il est possible que la quantité retrouvée dans le gaz expiré ne représente pas la totalité du gaz acide carbonique produit par l'expiration, et qu'en vertu de l'équilibre des gaz, une moitié soit rentrée dans l'intérieur des organes, et une moitié ait formé l'atmosphère tout autour du corps de l'animal.

1978. En conséquence, le physiologiste sera exposé à conclure que l'animal a expiré de l'azote, alors que réellement il en aura absorbé, et en aura transformé une certaine quantité en bases de son tissu; qu'il aura aspiré de l'azote extérieur, alors qu'il n'aura fait que s'assimiler en tissus une certaine quantité de l'azote intérieur, ce qui aura déterminé l'introduction de la quantité d'azote extérieur qui était en excès par rapport à l'autre. Et l'on conçoit que les proportions que rencontrera l'analyse seront aussi variables que peuvent l'être les circonstances de la manipulation, la durée de l'expérience, l'exposition du local, la capacité de l'enceinte dans laquelle l'animal sera tenu emprisonné, toutes circonstances dont la physiologie expérimentale n'a jamais tenu compte, et qui nous donnent la clef

des dissidences graves qui s'élevaient entre les observateurs.

1979. La question en est donc à ce point où l'on l'a laissée Priestley, Schéele; elle est tout entière à reprendre, parlant d'un autre point de vue et recourant à d'autres méthodes d'expérience. On a démontré que, par la respiration pulmonaire, nous viciions l'air; et il est certain à nos yeux que nous ne le rendons que dans de mauvaises conditions, et à un état qui ne représente plus l'air atmosphérique. Nous expirons donc le gaz vicié, et nous le rendons vicié; nous sommes donc liés entre eux sous de nouvelles formes, et nous sommes ces formes de combinaison? voyons. L'azote est-il absorbé en partie pour la formation des tissus, est-il exhalé avec des sels ammoniacaux? L'acide carbonique vient-il de la combinaison du carbone avec l'oxygène aspiré, ou ne serait-il dû qu'à la fermentation des substances qui transsudent des parois du poulmon, et enfin que le produit de l'élaboration des divers organes que le sang entraîne sur sa route, et dont il a entraîné les déchets et les excréments dans le torrent de la circulation? L'oxygène exhalé est-il de même nature que l'oxygène aspiré; est-il une portion de l'oxygène aspiré, ou provient-il de l'oxygène de l'air atmosphérique emprisonné dans l'intérieur du corps? est-ce un rebut de la circulation ou une compensation qui vient rétablir l'équilibre? Tout le problème de la physiologie se résout de l'une ou l'autre de ces questions.

1980. En voyant que l'animal périt dans une atmosphère privée d'oxygène, dans une atmosphère composée uniquement d'azote, la physiologie en a conclu (ce que la physiologie académique conclut vite et sans discussion) que, dans le premier cas, l'animal périt par manque de nourriture, et dans le second par trop de nourriture; ce qui est à peu près la même chose. Mais, dans le premier cas, il meurt faim, et dans le second cas, par trop d'oxygène. On a fait une hypothèse de plus, qui est que l'animal brûle le sang, comme il brûle le bois, et qu'en le transformant en acide carbonique, il ne doit plus nous en rester. Au bout de la journée, il est vrai que le sang circulaire vient en puiser de nouveau dans les produits de la digestion. Mais

ment de ces produits que pour les  
l'oxygène, que doit-il en rester  
ment indéfini des tissus ?

Il en soit, à la faveur du même rai-  
nous basant sur les mêmes phé-  
respiration, nous allons démontrer  
re. L'animal meurt dans une atmo-  
d'azote, et dans une atmosphère  
posée que d'azote; donc l'animal  
premier cas faute d'azote, et dans  
trop d'azote; et comme, dans la  
lique, l'azote peut se combiner avec  
aspire pour former, soit de l'acide  
de l'ammoniaque, soit de l'acide  
etc., il nous sera également per-  
en théorie que l'animal meurt dans  
stances précédentes, 1<sup>o</sup> faute de ni-  
par trop de nitrification du sang;  
lisation ou par trop d'alcalisation  
faute de cyanose ou par trop de  
fin la forme syllogistique du rai-  
exactement la même; et dans les  
y a qu'un terme de remplacé.

Quand les deux termes isolés d'un  
conduisent également à une hypo-  
il est évident que la vérité ne sau-  
que dans la combinaison des deux.  
on n'est dans le cas de s'opérer  
normale et continue qu'au moyen  
bérique, c'est-à-dire qu'au moyen  
de 21 d'oxygène, de 79 d'azote,  
quantité d'acide carbonique, et d'une  
sité, c'est que tous ces gaz ou va-  
à la respiration, et, par la res-  
pimisation incessante; c'est que tous  
ment un élément au développement  
comme nos tissus animaux sont un  
gène, d'hydrogène, de carbone et  
nous avons demandé à la théorie  
l'association, il s'ensuit que la res-  
supposée leur fournir, au moins  
ous une forme autre que celle des  
gestion, les quatre gaz qui for-  
que partant l'azote n'intervient  
affaiblir la force comburante de  
pour être assimilée comme l'oxy-  
ne tire que lui; que si l'oxygène  
se combinent au carbone pour  
et organique des tissus, l'azote à  
l'hydrogène pour fournir la base  
tiser les tissus, ou pour saturer la  
resorganisent et former les sol-  
qui les incrustent. Si donc vous  
--TOME II.

n'administrez à un animal que de l'oxygène seul,  
il mourra, non pas parce qu'il a trop d'oxygène,  
mais parce qu'il lui manque de l'azote, et *vice*  
*versâ*.

1983. Or comme les animaux n'élaborent pas  
tous les mêmes tissus, et n'affectent pas tous la  
même forme de développement, l'analyse élémén-  
taire enfin de leurs organes donnant des produits  
différents selon les diverses espèces, il est ration-  
nel de penser que toutes les espèces n'ont pas be-  
soin, pour respirer d'une manière normale, que  
l'air ambiant soit composé des mêmes propor-  
tions. Aussi voyons-nous qu'il est plus facile  
d'asphyxier tel animal que tel autre; que les  
vers ne périssent qu'après avoir absorbé tout  
l'oxygène de l'air ambiant, tandis que les ani-  
maux à sang chaud, et même les insectes, tom-  
bent longtemps avant que l'oxygène de l'air am-  
biant ait été remplacé par le gaz acide carbonique.

1984. Ces considérations étant bien comprises,  
nous diviserons les gaz, sous le rapport de la res-  
piration, en gaz *asphyxiants* et gaz *délétères*.  
Nous entendrons par gaz *asphyxiant*, un gaz qui  
ne tue que parce qu'il arrive seul et non mélangé  
aux autres gaz que l'organisation a besoin d'éla-  
borer avec lui; nous entendrons par gaz *délé-  
tère*, un gaz qui désorganise les tissus, qui tue par  
sa présence s'il est seul, qui nuit s'il entre, pour la  
plus faible fraction, dans le mélange atmosphé-  
rique. Dans un gaz *asphyxiant* l'animal meurt  
parce que la respiration est incomplète; dans le  
gaz *délétère* il meurt, parce qu'elle est empoison-  
née. L'azote, le protoxyde d'azote, l'oxygène,  
l'hydrogène, le gaz oxyde de carbone, sont des  
gaz *asphyxiants*, le chlore, l'iode, l'hydrogène  
sulfuré, l'hydrogène arséniqué, l'acide sulfu-  
reux, etc., et même l'acide carbonique, ainsi que  
l'a déjà démontré Fontana, sont des gaz *délétères*.  
Aussi dans l'asphyxie par le charbon, a-t-on lieu  
de remarquer que l'animal éprouve des convul-  
sions violentes lorsque l'air qu'il respire est vicié  
par du charbon qui s'allume, et qu'il s'endort au  
contraire paisiblement du sommeil de la mort,  
lorsque l'air est vicié par la braise. Car, dans le  
premier cas, le produit de la combustion consiste  
principalement en acide carbonique, et dans le  
second en oxyde de carbone.

1985. La quantité d'inspirations varie selon les  
espèces, et même chez le même individu, selon le tempérament des  
individus. Les hommes qui respirent 16 fois  
par minute, respirent 16 fois par minute, et ceux qui  
respirent 12 fois par minute, respirent 12 fois par minute.

Il faudra que l'excès d'oxygène distribué dans l'air exté-  
rieur apparente d'oxygène  
fonctions de nos or-  
ganes reproduit les  
d'un corps pauvre  
rique aspiré de  
s'est accumulé  
l'air pur  
des autres

et l'on  
il est  
l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

quantité d'air  
et non que l'aspi-  
ration de la poitrine est  
imparfaitement est plus  
après quelques au-  
res le inspirent versai de  
c'est à 1700 et  
autres cubes d'après  
se expose les chi-  
est moins que

donc c'est à la faveur  
qui ont établi cette  
en animal gêné dans  
moins qu'à l'état libre.  
avec nullement ce qui

à l'inspiration ont lieu à  
principalement des mus-  
cles et le thorax, orga-  
nes cavités dans lequel  
et, partant, débient  
que l'air extérieur s'y  
d'un soufflet. Mais

quasi étaient à être mises en  
extérieur par une ou-  
verture entre les côtes, il  
n'aurait pas appelé

les poumons, qu'ils affaisse-  
raient le poumon. au lieu de les  
mouvent étouffe, parce que  
ne pourrait pas arriver à la surface  
qui serait en contact qu'avec la

plus de l'organisme pour ce genre  
des animaux chez qui  
produit plus vite que chez  
résultats, parce qu'il est

que la peau est susceptible de  
seulement que chez d'autres.  
du thorax tend à la res-  
il est inutile de faire ob-

depend aussi en majeure  
de l'ouverture artificielle  
quelques auteurs ont admis que la respi-

de la chaleur chez les ani-  
quelques animaux qui sont  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'air  
l'air  
l'air  
l'air

l'hématose est une combustion  
du charbon. Mais à s'en prendre  
nos autres organes qui émettent  
la chaleur de notre corps  
molécules de nos tissus qui

## ASTHÈME

### Temps embryonnaire

1998 Nous commencerons en-  
lement les organes qui ne  
vivent à la vie foetale, mais  
la mère qui commencent à se  
mais encore lors les organes  
docteur dans l'adolescence, avec  
les caractères des parties de  
poque de l'enfance en en-  
d'une, de l'enfance avec ses par-  
avec son estomac. En effet,  
maques de l'enfance, la respi-  
ration, on est l'air pur  
de l'inspiration (et la respiration  
différents le cours de l'enfance  
même que, mais le rapport  
ne présentait aucune différen-  
ces épaques.

### § 1. Caractères chimiques hémoglobine

1999 L'ancienne méthode  
poursuivre cette étude d'une  
et en profit entre les mains  
déchoue. La nouvelle méthode  
ceci, ne laisse pas sur d'un  
caractères qui établit une dif-  
entre les tissus de la vie adulte  
de la vie adulte.

2000 Que l'on place dans  
un récipient contenant un liquide  
de l'eau de l'air pur et  
immédiatement un contour  
preuve évidente que le tissu  
de l'air pur est de l'air pur  
l'air pur est de l'air pur  
de l'air pur est de l'air pur  
de l'air pur est de l'air pur

recouvrent; la membrane de l'am-issus internes et externes du fœtus, viscères, cordon ombilical, derme l'embryon de l'œuf de poule, tout nt enfin à l'appareil si compliqué e, s'est coloré en pourpre dans e concentré. Mais une fois la gesta-utérus perd cette propriété de co-quand on ajoute du sucre à l'acide ue, j'ai vérifié sur les organes de la e femme morte à un âge fort peu lissus du jeune animal rendu à la e, ne se colorent en pourpre que u sucre à l'acide sulfurique.

vons déjà vu que l'ovaire et l'ovule et un peu de temps après la fécon-se comportaient sous ce rapport a même manière que l'ovule ani-eut-être à l'époque de la vie fœtale x et les animaux offrent entre eux ie.

### *Histoire de l'ovule.*

Il nous faut établir l'histoire de l'ovule d'après nos observations, dont les pre-jà de loin et ont toutes passé dans les compléterons par des obser-entes. Nous ne discuterons la va-tions qui nous sont étrangères, tabli, sur des faits observés et des, l'histoire du développement du de l'époque de la conception.

s. — Le sperme fécondant, chez, pénètre dans la matrice, par nuseau de tanche, ouverture qui ement sur celle du pénis; il tra-, organe infiniment variable de nsions, rencontre dans le fond de chaque côté, qui est celle des pe; ce sont des canaux frangés à bre, par laquelle ils viennent s'a-ovaire, par suite de leur érection 7 déposer le sperme dont l'ovaire ont l'ovule se féconde.

Il y a bien longtemps que nous avons et l'identité même de structure qui aire pluriloculaire des végétaux et naux; celui-ci est un ovaire de la x dont les botanistes désignent les om de nidulants. Rien ne ressemble i cellulaire à grosses cellules que

cel organe, même chez la femelle des mammifères, qu'on ne saurait étudier que par réflexion et à l'œil nu. Chez les insectes et surtout les vers intestinaux, dont l'ovaire est susceptible d'être observé par réfraction, ce rapprochement ne laisse plus le moindre doute. Les ovules s'y distinguent déjà comme tout autant de petites cellules granu-lées, qui augmentent en diamètre, et tendent de plus en plus à s'isoler, à mesure qu'on approche de l'oviducte, et qui dans l'utérus, où ils éclosent souvent, comme chez les strongyles, rappellent encore, quoique réellement isolés, leur précédente adhérence. Les œufs des grenouilles conservent encore cette structure cellulaire au sortir du corps de la mère, et pendant leur incubation dans l'eau; mais ce fait est surtout remarquable sur les longues traînées d'œufs gélatineux que les lymnées et les nériles de nos rivières déposent, comme une glaire, sur les tiges des végétaux submergés. On serait tenté, la première fois, de se méprendre sur l'origine de ces corps, et de n'y voir qu'une substance confervoïde, tant l'embryon ou l'œuf verdâtre jouent le rôle de tout autant de cellules vertes, de pores corticaux enchassés un ou deux et trois ensemble dans tout autant de grandes cellules albumineuses et transparentes, qui font l'office de blanc d'œuf. Ces animaux pondent non pas des œufs, mais, si je puis m'exprimer ainsi, des ovaires, c'est-à-dire un tissu cellulaire richement infiltré, dans chaque maille duquel se trouve enchassé un ovule. Chez les mammifères, au contraire, l'œuf seul se détache de sa cellule et ne l'entraîne pas avec lui; mais aussi il s'arrête, pour suffire à sa nutrition, dans la matrice, et s'attache à ses parois, jusqu'à son éclosion; car il lui manque une enveloppe qui abonde chez les autres.

1995. L'ovaire de la femme peut donc être considéré comme une grande cellule close, dans le sein de laquelle se sont développées d'autres cellules distinctes les unes des autres, quoique adhérentes entre elles par leur compression mutuelle.

1996. Établissons bien ce point de doctrine, savoir que dans les ovaires transparents, les cellules-œufs sont distinctes les unes des autres, qu'elles ont une enveloppe qui leur est propre. Ces œufs simples ou composés se présentent par réfraction, comme le ferait une rangée d'œufs de poule vus de loin et enchassés dans un milieu aqueux ou transparent. Il faut donc que chacun d'eux ait, pour dévier de cette façon la lumière, une enveloppe distincte des autres œufs contigus, et une enveloppe complète et continue. Si donc tous ces œufs tiennent entre eux, ce ne peut être

ou pendant une forte émotion. La quantité d'air inspiré et expiré varie également selon que l'aspiration est normale ou forcée, que la poitrine est plus ou moins large, que le tempérament est plus ou moins bouillant. Aussi, d'après quelques auteurs, le volume de la quantité inspirée serait de 635 centimètres cubes; elle s'élèverait à 1700 et même à près de 3000 centimètres cubes d'après d'autres. Quant au volume de l'air expiré, les chimistes sont portés à croire qu'il est moindre que le volume de l'air inspiré; mais c'est à la faveur des respirations en vase clos qu'ils ont établi cette opinion. Or il est évident qu'un animal gêné dans sa respiration doit expirer moins qu'à l'état libre. L'expérience ne représente donc nullement ce qui se passe à l'état normal.

1986. Les mouvements d'inspiration ont lieu à l'aide des contractions, principalement des muscles pectoraux, qui, en soulevant le thorax, augmentent la capacité des deux cavités dans lesquelles se logent les poumons, et, partant, dilater ces deux organes, ce qui fait que l'air extérieur entre, comme dans l'intérieur d'un soufflet. Si les parois thorachiques venaient à être rendues imperméables, la communication avec l'air extérieur par la verrière artificielle, pratiquée entre les parois du thorax et les parois du ventre, ne serait plus évidente qu'en se dilatant elles ne pourraient plus entrer en contact avec l'air extérieur, et que l'animal mourrait étouffé. L'air extérieur ne pourrait plus arriver par la surface qui n'a pas été organisée, et qui est devenue une surface d'assimilation. Or il est des animaux chez qui une ponction semblable produirait des effets désastreux, et chez qui la dilata- tion du thorax ne servirait que le résultat du diamètre.

1987. Quelque- fois, on a vu des animaux, en se débattant, mourir de l'hémato- se du car- bone. Cette maladie est produite par l'aspiration de l'air qui contient du carbone. Elle est caractérisée par la présence de l'hémato- se du car- bone dans les poumons.

l'hémato-  
se du car-  
bone, et  
nos autres  
la chala-  
molécule

1988.

lement

vivre

la m

mas

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m

de la m



istance, enfin comme une ventouse ou qui fait corps et s'agglutine à toutes ces où son aspiration peut produire le in âge un peu avancé, on distingue sur la femme trois régions principales, que ns décrire et étudier avec détail : le CHO- ande enveloppe externe ; la MEMBRANE de seconde enveloppe ou enveloppe interne lante sur la paroi interne de la première, portion de sa propre surface ; enfin, la EMBRYON, qui s'implante sur la surface le l'amnios au moyen d'un prolongement pre substance, au moyen d'un cordon nge de plus en plus.

**CHORION.** — Le chorion est l'enveloppe de l'œuf des mammifères ; c'est celle qui, toute la durée de la gestation, se trouve tement en contact avec la surface uté-

mier âge de l'œuf, à l'époque où l'œuf n'a encore que quelques millimètres de la surface du chorion, en apparence lisse, ant légèrement mamelonnée ; et si on alors l'observer par réfraction, on la it, sous le rapport de sa structure ana-, entièrement analogue à la coque de cer- lens (1410) (pl. 10, fig. 19), au test de spongilles et de celui de l'alcyonelle (\*) ; lire qu'on trouverait le chorion parsemé les diaphanes, qui s'y montreraient en- n qu'inconce et dans l'ordre spiralé (1563) ; identique, enfin, avec le chorion de l'œuf ie, à quelque âge qu'on l'observe (pl. 12, eu à peu, et à mesure que les rapports ion s'établissent entre la surface utérine e l'œuf humain, chacun de ces petits glo- istés dans la substance de l'enveloppe, le au dehors, comme un poil qui germe et bientôt le chorion se trouve hérissé et comme tomenteux, qui produit le plus , quand on dépose l'œuf dans une couche our permettre à ces flocons de s'étaler t dans le liquide. D'abord simples et pas la moindre ramification, mais s'en- ommet, comme en une ampoule, et ana- l'une des extrémités (b) du rameau repré- la fig. 2, pl. 12, on les voit se munir, oint quelconque de leur surface, de petits

tubercules semblables à celui dont ils sont le dé- veloppement ; et chacun de ces petits tubercules s'allonge en ramuscule, pour se ramifier à son tour, et cela d'une manière indéfinie. La fig. 2, pl. 12, en représente une sommité prise sur un petit œuf humain pondu avant terme, et qui avait à peine trois centimètres de diamètre ; il était conservé dans l'alcool ; nous l'avons dessiné avec une exactitude scrupuleuse, et à la lampe, au grossissement de 100 diamètres (\*\*).

2002. Il s'agissait, à cette époque, de décider si les *fibrilles* du chorion étaient des organes vas- culaires ou un duvet sans emploi. Les anatomistes étaient partagés entre ces deux opinions, et ils prenaient parti, à la manière d'alors, en raison- nant à l'œil nu, sur des objets qu'on ne peut dis- tinguer qu'à une forte loupe. C'est au moyen d'une investigation aussi superficielle, que l'un soute- nait avoir vu ces petits organes munis d'un vais- seau, et que l'autre soutenait au contraire que c'étaient des corps non vasculaires. Et la querelle aurait duré encore longtemps sur ce pied, faute de preuves démonstratives, et surtout parce que les uns et les autres avaient également raison, qu'ils avaient réellement vu ce qu'ils avançaient, mais qu'ils l'avaient vu à une époque différente les uns des autres ; ils n'avaient tort qu'en géné- ralisant des observations, qu'ils n'avaient faites qu'à une seule époque de la vie fœtale. Ceux qui soutenaient que les fibrilles du chorion n'étaient jamais vasculaires, que c'étaient tout simplement des organes caducs, et dont l'œuf ne tardait pas à se dépouiller, et de ce nombre était Velpeau, étaient dans l'erreur ; car tous ces flocons ne sont pas caducs, et un assez grand nombre d'entre eux persistent et deviennent vasculaires. Ceux qui soutenaient que ces organes étaient vasculaires dès le principe, avaient tort, en ce qu'ils n'avaient eu occasion de les observer que bien tard, et qu'ils ne se doutaient pas à quel ordre d'organes appar- tenaient les fibrilles vasculaires qui étaient tom- bées sous leur observation ; ils n'en auraient pas cru leurs yeux, s'ils en avaient été avertis d'a- vance. La plupart des polémiques ne durent si longtemps, que parce que les deux adversaires se croient placés sur le même terrain, alors qu'ils se trouvent réellement à de grandes distances l'un de l'autre.

2003. A l'époque à laquelle nous avons dessiné

1, fig. 3 et 4 de notre mémoire sur les *spongilles*, et . 5 de notre mémoire sur l'*alcyonelle*. (*Mém. du hist. naturelle*, tom. IV. 1827.)

(\*\*) Mémoire sur les *fibrilles du chorion* inséré dans le *Répert. gén. d'anat.*, tom. V. 1827.

... les canaux qui couvrent les planches  
... observe sur tous les œufs humains  
... grande dépositée de  
... frappée de calvitie. Les fibrilles  
... par réflexion ; mais , obser-  
... par réfraction , elles réfrac-  
... En outre, l'échantillon  
... yeux offrait, comme incrustés  
... des myriades de globules de  
... dont j'ai imité, aussi bien qu'il  
... et le diamètre et la disposition.  
... rien de semblable sur les fi-  
... fraîchement pondu ; car nos glo-  
... que des gouttelettes d'huile déposée  
... par l'évaporation de l'alcool ,  
... lequel cet œuf avait été conservé. Le tronc  
... amputé en *a* (fig. 2, pl. 12) , se sub-  
... en rameaux toujours grêles à la base, qui  
... au milieu, s'étranglent souvent un peu  
... de leurs extrémités, qui s'arrondissent  
... en grosses papilles ou en forme de massues (*b*).  
... de ces rameaux donne naissance à des tu-  
... enflés vers le milieu, et terminés à  
... en massue : ce sont les rudiments de  
... rameaux, qui se subdiviseront comme  
... en se développant. La fig. 3, pl. 11, re-  
... l'insertion (*c*) de l'un de ces troncs de  
... premier ordre (*a*) sur la surface externe (*b*) du  
... chorion. La fig. 1, pl. 11, représente, vues égale-  
... par réfraction, les insertions (*b*) des ra-  
... secondaires (*a*) , dans l'intérieur même de  
... la substance des troncs principaux (*a*), dont la  
... corticale (*c*) a été exprès déchirée, pour  
... rendre le phénomène plus perceptible au moyen  
... des deux réfractions.

2004. A cette époque, il est évident que nulle  
vascularité n'existe dans ces organes, et qu'au-  
cun genre d'injection ne saurait parcourir l'in-  
térieur de ces embranchements, et arriver d'un  
rameau à un autre ; car les membranes traversées  
par un réseau vasculaire n'offrent jamais et ne  
sauraient offrir une organisation analogue ; on  
n'y trouve point de pareils étranglements, de  
semblables tubérosités ; les vaisseaux diminuent  
insensiblement de calibre, à mesure qu'ils s'ap-  
prochent du sommet ; et ils s'agrandissent à  
mesure qu'on redescend de leur sommité à la  
base d'où ils partent. La branche du protée,  
fig. 2, pl. 11, offre éminemment cette différence  
caractéristique des tissus vasculaires. On y dis-  
tingue un vaste réseau dessiné en noir par la  
regulation du sang. Rien de semblable ne s'offre  
sur la fig. 1 ; ou plutôt on y observe une organi-

sation toute contraire. Enfin  
tranches transversales du tronc  
la fig. 3, pl. 12, en représente un  
grossissement de 100 diamètres  
voir le dessin pour repousser  
vascularité quelconque ; les seules  
y rencontre (*a*) sont les traces  
rameaux sur la substance du  
portion corticale s'observe en (*b*)

2005. Lorsqu'on laisse sécher  
nes sur le porte-objet du mic  
exposé à être dupe d'une illusion  
les considérer comme vasculaires  
fréquemment qu'il se forme  
comme de petits canaux qui imitent  
la fig. 4, pl. 12, en représente un  
Mais ces prétendus canaux se  
bulles d'air, courant de proche  
prisonnées par la membrane qui  
lame du verre, la soulevant en  
canaux ; en effet, en recouvrant  
d'une nappe d'eau, et en pressant  
d'une aiguille sur le dos de ces  
on arrive à chasser l'air sous  
(577), et la membrane repré-  
simplicité.

2006. Enfin ces troncs, vascu-  
ceptibles de se désempoiler, co-  
de couches qui se recouvrent les  
La fig. 1, pl. 12, en représente  
lequel j'ai enlevé d'abord une cou-  
qui se détache en ruban (*b*), et  
emboîtement plus transparent (*c*)  
duquel on en voit un autre (*d*),  
une ombre longitudinale, à tra-  
rence de l'emboîtement médian  
que, les fibrilles du chorion ne  
ment vasculaires ; et toutes celles  
cette organisation ne tardent pas  
détacher de la surface du cho-  
feutre de même convexité que  
caduque enfin, pour employer  
fort usitée de la controverse. La  
face du chorion, qui auparavant  
duvet, est dès lors dénudée et c  
calvitie.

2007. Mais la nature n'a pas  
ment et développé ces petites végé-  
aussi grande échelle, pour qu'on  
rien qu'à l'amusement de l'observa-  
ne perd pas son temps à faire d  
constant que tout organe doit  
tion. Ces organes sont des organi-

ices d'une branchie, par laquelle le aspirer et se nourrir, des suçoirs cherchent à s'implanter sur une surface, et à fixer l'animal embryonnaire ;

idée à laquelle les anatomistes n'avaient songé, ces fibrilles sont destinées à par leur développement indéfini, le établir.

En effet, dès que l'une de ces fibrilles se met en contact avec la portion de la surface sur laquelle elle s'y est appliquée en vertu d'une attraction réciproque, dès ce moment, l'union s'opère dans la structure de la surface, et va devenir organe vasculaire, car elle va remplir une longue fonction. On trouve dans chaque rameau (pl. 13, fig. 3) un canaliculé au centre, à mesure qu'il multiplie ses ramifications, et il se feutre par suite de son développement indéfini, et il présente dans le sens de sa longueur une ligne noire (b), qui dénote ou une ligne de séparation de deux vaisseaux, l'un artériel, l'autre déférent, et qui aboutit jusqu'à la terminaison de l'extrémité implantée (c) ;

les extrémités (c) non encore implantées sur la surface utérine, conservant leurs anciennes formes, leur structure tuberculeuse non vasculaire, et de celui-ci dans le rameau suivant, et de celui-ci dans le rameau suivant, et de celui-ci dans un tronc quelconque (a), on voit de ces lignes noires que le tronc reçoit de tous les rameaux différents, et toutes ces lignes se perdent ensuite dans un canal commun à tous, à savoir dans le chorion. A cette époque, le chorion par le canal ombilical, colorée parvient jusqu'à l'extrémité des fibrilles du chorion, mais le ramuscule n'offre alors qu'un seul canal que nous avons très-bien observé sur la surface de fibrilles du placenta fœtal de la femme Breschet avait eu la complaisance de nous injecter pour cette étude. Le fait ne serait pas une preuve à nos yeux si elle n'était traversée par un seul canal ; il est probable, par son analogie avec une fonction, que chaque ramuscule possède un artériel et un canal déférent, et que, si on n'en dénote qu'un seul, c'est qu'elle ne peut passer de l'un dans l'autre, vu qu'elle ne peut que par un seul vaisseau. Il est évident que si l'on injectait à la fois une veine et une artère du cordon ombilical, les deux vaisseaux se dessineraient par deux lignes différentes. Il serait possible pourtant

que le canal fût unique, et que la fibrille ne fût chargée que d'aspirer les sucs nutritifs de la surface de la matrice, fonction qui n'exigerait qu'un seul canal, et non d'apporter le sang à l'hématose et à l'oxygénation, fonction qui exigerait un canal afférent et un canal déférent. Quoi qu'il en soit, à cette époque, les fibrilles du chorion sont devenues vasculaires et susceptibles de donner issue aux injections colorées.

2009. PLACENTAS FœTAL ET UTÉRIN. — Chez le fœtus humain, dès qu'une sommité vasculaire (c', pl. 13, fig. 3) s'est abouchée avec la surface utérine, qu'elle s'y est appliquée à la manière des suçoirs, une autre sommité ramusculaire (c) du même tronc tend à devenir vasculaire à son tour, et à s'appliquer à son tour sur la surface utérine, en se ramifiant et en donnant naissance à de nouveaux tubercules, et cela dans une progression qui ne cesse qu'avec la vie fœtale ; développement qui ne saurait avoir lieu, sans que les ramuscules s'entrelacent entre eux, se feutrent d'une manière inextricable ; et ce feutre prend de jour en jour des dimensions et une consistance telles, que les anatomistes n'y ont vu, chez le fœtus humain, qu'un gâteau (*placenta*), qu'une excroissance implantée sur le chorion, pénétrée d'anfractuosités nombreuses, recouverte d'une lamelle mince, et se continuant par sa circonférence et une partie de sa face utérine avec la membrane caduque repliée (\*), organe sur lequel nous nous expliquerons plus bas. Les anatomistes, en effet, ne l'ont étudiée qu'à la vue simple et sur le délivre des fœtus plus ou moins âgés ; aussi les voit-on tomber dans les dissidences les plus grandes, quant à la description des détails.

2010. Le placenta humain n'est que l'agglomération feutrée des fibrilles du chorion, qui sont devenues vasculaires en s'appliquant sur la surface utérine ; toutes celles à qui ce privilège a été refusé sont tombées avec la forme que nous leur avons reconnue dans le jeune âge (pl. 12, fig. 2) (2003) ; il est très-probable que la plupart des anatomistes ont vu une membrane caduque, dans ce feutre détaché du chorion, mais non encore expulsé hors de l'utérus.

2011. Ces faits admis comme démontrés par l'observation directe, il serait impossible de ne pas reconnaître que la surface utérine et la sommité papillaire de ces ramuscules sont douées

(\*) Velpeau, *Ovologie humaine*, p. 63 et 65. 1833.

d'une mutuelle aspiration, qu'elles s'attirent l'une et l'autre, ou au moins que la sommité fibrillaire attirée sur la surface utérine, en aspirant les sucs ou les gaz qui en émanent, s'y colle et s'y implante par ce seul mécanisme, comme le ferait le suçoir des cephalopodes (1654); et elle y reste implantée tant que la surface utérine fournit des matériaux à cette aspiration. Or cherchons à nous tracer d'une manière graphique la marche de ce phénomène et ses conséquences immédiates. Soit la sommité B, fig. 8, pl. 11, une sommité d'une fibrille du chorion animée tout à coup de la faculté d'aspirer, et revêtue des fonctions d'une branche. L'uniformité de sa surface qui n'offre pas le moindre accident, indique assez que cette fonction n'est pas affectée à une portion plutôt qu'à une autre, mais qu'elle est inhérente à toute la périphérie. Or, l'aspiration est comme l'attraction, et le agit et augmente en proportion du carré de la distance. La portion (a) de la fibrille B viendra donc s'appliquer sur la portion (aa) de la surface utérine A, et mettra par conséquent la portion (b) de la fibrille en rapport éloigné avec la portion (bb) de l'utérus. La membrane de celui-ci, attirée ainsi des deux côtés et par une action lente et constante, viendra peu à peu s'appliquer sur la circonférence (ab) de la fibrille, dont la sommité se trouvera logée de cette manière dans une espèce de cavité. Par un effet de la même cause, la surface comprise entre ccA viendra s'appliquer sur les portions c correspondantes de la fibrille B; et ce mécanisme continuant entre toutes les portions marquées des mêmes lettres sur la surface A et la surface B, la cavité utérine aura augmenté de profondeur dans la proportion de  $a : b$ . Si l'on venait alors à retirer la fibrille avec un certain effort, et que la vie ne fût plus là pour la tenir accollée sur la surface utérine, elle en sortirait comme un doigt sort du gant, et la surface de l'utérus serait marquée d'un alvéole. Or remarquez que cette expérience aurait lieu sur des objets microscopiques, et que partant elle serait invisible à l'œil nu; c'est pour cela que le fait a échappé aux anatomistes.

2012. Mais cette disposition devient visible à l'œil nu sur les placentas des animaux d'une autre espèce, sur les placentas des ruminants, par exemple. Soit, en effet, un des placentas de la vache (fig. 1, pl. 15). Les fibrilles du chorion (fig. 2, ff) en sont épaisses et larges à leur base et bordées çà et là de prolongements ramifiés, rouges par la circulation sanguine. Tous les petits vais-

seaux se déchargent dans le vaisseau dans du chorion, qui lui-même viendrait du cordon ombilical. Or, si l'on coupe doucement le placenta utérin (m, n, centra foetal-f), on voit distinctement de petits flocons (ff, sortir d'une cavité de la surface utérine, et en extraire une main sortirait d'un gant, et en tenant beante l'anfractuosité utérine, cette houpe de fibrilles, on dirait qu'elle est à son tour la circonférence de tous ses plus petits ramifications, offre la plus grande analogie avec nos plus grandes ammonites (1891).

2013. On observe la même structure quelconque des placentas de la bre-

pl. 13). 2014. Deux tissus étrangers ne se plient l'un contre l'autre, se penchent et s'aspirer enfin mutuellement, sans que sur toutes les surfaces qui les sup- les environnent, un développement pour le transport des produits d'élaboration, il faut que les vaisseaux et de pareils produits ne saurait avant d'arriver à l'embryon, de surfaces qu'ils traversent. Aussi que la surface utérine acquiert des caractères nouveaux, là où s'implantent les fibrilles vasculaires qui forment le foetus; et d'un autre côté on voit le chorion, sur laquelle sont implantés s'enrichir de vaisseaux et acquiescer et une consistance pour ainsi dire (1800), qui semblerait en faire un tissu distinct du reste de la périphérie. C'est à cette surface épaissie du chorion que s'appliquerait d'une manière l'expression de *placenta foetal*, les anatomistes n'étant qu'un appui, qu'un feutre de fibrilles aspirant, *uterin* est l'empreinte dont les fibrilles du chorion sont le relief; ce sont de surface, déterminées sur un point sur un autre par la rencontre de de. Le *placenta uterin* s'efface après le tissu, se dépouillant peu à peu de son aspect insolite, fait par se confondre, et de l'aspect extérieur et de la structure avec la substance du reste de l'*uterin foetal* n'est point un organe passager caduc, et qui ne survit pas à l'en-

l'œuf humain n'offre à l'œil nu qu'un *foetal* unique implanté sur un seul *utérin*. Mais cette unité n'est qu'appareille est la somme de toutes les unités que nous avons désignées sous le nom du chorion ; et chacune de ces fibrilles considérée comme étant un *placenta* : une d'elles , en effet , émane du chorion , oppe en ramifications indéfinies ; chas s'abouche avec un vaisseau venu du ombilical ; et si , au lieu de se multiplier utrer d'une manière aussi compacte , s ne s'étaient développées en organes , qu'à des distances susceptibles d'être sans le secours du microscope , il est ble que chacune d'elles eût été comptée *placenta foetal* ; l'œuf humain aurait rt l'analogie la moins récusable avec ruminants ; la surface du chorion et la érine auraient été ornées de tout autant ances placentaires , de tout autant de s.

Cette disposition est très-saillante sur a vache et sur celui de la brebis. De n distance , on rencontre , sur la surface n de ces animaux , de petits boutons , ls la surface de l'utérus s'abouche pres : manière intime avec la surface du La fig. 5 , pl. 13 , représente un de ces ui appartient moitié à l'utérus (*pc, u*) au chorion (*pc, f*). Il serait difficile de : ce qui appartient à l'un de ces deux t ce qui appartient à l'autre , tant ils font mble et présentent la même coloration ; iffrit de tirer l'utérus dans un sens et le dans l'autre , pour séparer les deux , comme nous l'avons dit ci-dessus à s placentas de la vache (fig. 1). La fig. 4 e ce bouton fendu par le milieu , après injecté en bleu le système vasculaire (*v*) bis (*pc, u*) , et en vermillon le système : du chorion (*pc, f*). Les extrémités s se dessinent , comme un arc de cercle petites arborisations couleur de rouille , nt à l'œil la ligne de démarcation du *foetal* (*pc, f*) et du *placenta utérin*. Tous ces petits boutons (fig. 5) sont t autant de *placentas* analogues entre alognes chacun au *placenta humain*. lent développés plus rapprochés les uns s , et de telle sorte que l'œil de l'obser- en eût pas aperçu la séparation et la . Uterus de la brebis et celui de la vache AIL. — TOME II.

n'auraient eu qu'un seul placenta. Chez la brebis et chez la vache , ces placentas sont distribués en quinconce et d'après la disposition spiralaire ; comme chacun d'eux s'abouche avec un vaisseau émané du cordon ombilical , il s'ensuit que le réseau vasculaire , qui semble se restreindre , chez l'œuf humain , à la surface immédiatement appliquée sur l'utérus , s'étend au contraire sur toute la surface du chorion de la vache et de la brebis.

2017. Les fibrilles du chorion , qui ne sont développées en organes vasculaires , chez l'œuf humain , que sur une étendue circulaire dont le cordon ombilical serait le centre , se sont développées au contraire , chez l'œuf du chien , sur une étendue que nous pourrions comparer à la zone torride d'une sphère armillaire , c'est-à-dire sur une bande assez large qui forme un anneau complet autour de l'œuf , et qui occupe environ le tiers médian de la surface totale.

2018. Mais pour qu'une fibrille du chorion soit en état de suffire à ses fonctions de branchie , il n'est pas nécessaire qu'elle acquière , dans tous les cas , un développement rameux quelconque ; et puisque chacun des rameaux de la fibrille que nous venons d'étudier n'aspire que par sa sommité papillaire , il est rationnel de penser qu'elle aspirerait tout de même , si dès le principe de sa métamorphose vasculaire , elle était restée à la forme papillaire par laquelle elle s'est manifestée au dehors ; et c'est ce qui est arrivé chez l'œuf de la truie , dont le chorion est parsemé de milliers de ces organes rudimentaires , qui font à peine saillie au dehors , qui ne se distinguent que comme des astéroïdes répandues en quinconce sur un fond bleu , comme des taches arrondies d'un ou deux millimètres de diamètre , et distantes entre elles de la longueur de leur diamètre ; la fig. 6 , pl. 12 , en offre une vue au microscope. Elle a l'air d'un globe immense enchâssé dans une substance réticulée , que traversent çà et là des vaisseaux qui sont rendus visibles ici par une injection rouge. La substance réticulée est celle du chorion. Le globe est la papille aspirante réduite à sa plus grande simplicité , et qui s'abouche en dessous avec un rameau du réseau vasculaire. Le chorion de l'œuf de la truie n'offre pas d'autre éminence placentaire ; et sa surface s'applique<sup>31</sup> exactement et sans aucun accident de structure sur celle de l'utérus.

2019. L'étude chimique du chorion et de ses appendices placentaires , n'offrirait pas d'autres caractères que les tissus vasculaires de tout autre organe de l'œuf ; et , si jamais l'analyse est dans



## SYSTÈME OU CHIMIE DESCRIPTIVE.

serve à un grossissement de 100 lement la membrane de l'amnios de trouve composée de cellules accolées les autres, aplaties par épaissies au centre par un petit point ce tissu a toute la structure du tissu bis buccales (1906) (pl. 11, fig. 6, a), l'épiderme de certaines feuilles végé-rossissement de 500 ou mieux de structure de ce tissu présente un alles vasculaires hexagonales, de nel autour de cellules hexagonales lacune de ces cellules offre comme ient enchaîné dans son aire. La mem-écule amnios est donc organisée, orie l'indiquant d'avance, et parlant ais le liquide qui circule dans le vascularité est blanc, au lieu d'être nane pas immédiatement du réseau e l'on désigne plus spécialement sous guin.

avons fait observer que telle n'est re intime de la membrane amnios à ; il serait contradictoire dans les ter- tre qu'un organe qui grandit et se ervice le même aspect. Au premier uisse, et enveloppe l'embryon, en immédiatement sur sa surface, et se ules les saillies de son corps. Mais es deux placentas se sont alouchés, cule amnios amincir progressive- , et se remplir d'un liquide, qu'on om d'amniotique; c'est ce liquide e le nom des *eaux*, à l'instant de

*x de l'amnios* ont été analysées and nombre de chimistes; et de uts il est logique de conclure que ques ne sont qu'une dissolution

de l'eau de l'amnios de la femme 1.2 pour 100 de substances stock, ce résidu s'élèverait arts Frommherz et Gugerl, évaporation serait de qui les analysera de aisèrent, à moins éme époque qu'un queuse aug- que avec au de ervé en

est pas de même, lorsque l'œuf est attac- parait sur la surface utérine. Nous avons eu casion de l'examiner, à travers les parois tran- rentes de l'utérus d'une chienne vivante doi- ventre était ouvert, et nous lui avons reconn- couleur bleuâtre et limpide des solutions album- neuses dans leur état de vie et d'intégrité; l'è- de l'amnios nous semblait, sous le rapport de couleur, analogue à l'albumine de l'œuf de can- Le papier de tournesol rougi et celui de curcum (54) l'indiquent fortement alcaline; elle se coa- gule par l'ébullition et par l'alcool; elle précipité abondamment par les acides nitrique et hydro- chlorique, par la potasse, faiblement par l'acide acétique. Par le chlorure de mercure, le précipité devient d'un beau rouge au bout de quelques mi- nutes; par la noix de galle, le précipité est abondant et d'un jaune clair. Par la distillation, on en retire du carbonate et un peu d'hydrosul- fate d'ammoniaque. Le précipité par la potasse est un composé de phosphate et de carbonate calcaire combiné à une matière animale. Frommherz et Gugerl disent y avoir trouvé une matière salivaire, sans doute parce qu'ils ont pensé que l'embryon crachait dans le liquide; puis de l'acide benzoïque et de l'urée, découverte qui prouverait que l'em- bryon humain urine dans la capacité de l'amnios. Mais la première assertion est une hypothèse, et peut-être la seconde est une erreur. Il serait possible que l'urée et l'acide benzoïque des auteurs ne fussent que des produits illusoire de l'opéra- tion. Au reste, on rencontrerait ces résultats à presque tous les âges de la vie fœtale; or il est une de ces époques où l'embryon n'offre pas une seule perforation sur sa périphérie, et où il est enve- loppé d'une membrane générale et épidermique sans la moindre solution de continuité; il est partant une époque à laquelle, avec la meilleure volonté du monde, l'embryon ne saurait ni expectorer, ni saliver, ni rendre des selles, ni uriner.

1836. Proust, Vauquelin et Buniva, Delong et Labillardière, Dondj, ont analysé les eaux de l'amnios de la vache; mais leurs résultats sont, sur ce point, encore plus divergents que ci-dessus. D'après Proust, l'eau de l'amnios de la vache, dans les premiers temps de la gestation, se com- pose de 97,70 eau, 0,36 albumine, 1,86 de lactate et de matière extractiforme solubles dans l'alcool, 0,38 de sucre de lait, de sels et de matière extrac- tive soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. D'après Vauquelin et Buniva, l'eau de l'amnios de la vache, loin d'être alcaline, comme chez la femme, rougit au contraire le tournesol et con-

le cas de surprendre quelques différences caractéristiques dans les produits du chorion, il est probable que cette différence se retrouvera également dans les tissus pulmonaires et bronchiaux.

2020. Lorsqu'on détache violemment le placenta circulaire du chien, de la surface de l'*utérus*, il s'en échappe un liquide vert bleuâtre, épais, analogue au pigment de la peau des grenouilles. Si l'on cherche à reconnaître la région qui donne lieu à cette hémorragie, on découvre que sur la surface interne la zone placentaire est divisée, perpendiculairement à ses bords, en cinq compartiments alternativement vert bleuâtre et purpurins, en trois compartiments de la première couleur et en deux de la seconde. Le liquide qui s'écoule vient évidemment des trois premiers; on dirait que ceux-ci sont exclusivement consacrés à la circulation veineuse, et n'apportent à la surface utérine que du sang veineux, et que les deux autres sont exclusivement affectés à la circulation artérielle, et à rapporter au fœtus le sang hématoisé par le contact des deux placentas utérin et fœtal. La surface interne des uns et des autres est pour ainsi dire gonflée et marquée en relief, par de grosses anastomoses comme tendineuses, et par le réseau des vaisseaux sanguins, qui convergent tous vers le cordon ombilical.

J'ai soumis le liquide verdâtre à quelques essais chimiques, dans le but d'en découvrir l'analogie par sa nature intime.

L'ammoniaque le dissout pour ainsi dire, et s'en colore en vert bleuâtre. L'alcool à froid s'en colore à son tour; mais nullement l'éther sulfurique qui ne le tient pas même un instant en suspension, après qu'on l'y a agité assez fortement. L'eau le tient en suspension et le laisse ensuite déposer avec lenteur; mais trois jours après, au mois de décembre, il s'y est manifesté une odeur de décomposition, quoique le liquide ne fût ni acide ni alcalin; au microscope on n'y observe que des grumeaux coagulés et colorés ou opaques, selon leur épaisseur, épars dans un liquide incolore.

Cette matière enlevée avec le lome d'un scalpel, et abandonnée à la dessiccation spontanée dans un verre de montre, n'a pas changé de coloration, elle n'en est devenue qu'un peu terne. Incinérée dans une cuiller de platine, elle s'est enflammée en pétillant et décrépitant, comme le fait l'allumette de l'œuf, elle s'est boursoufflée ensuite jusqu'à acquérir un volume considérable, et a fini par laisser des cendres fortement colorées en rouge; j'ai jeté ces cendres dans l'eau distillée, qui dès ce moment a donné des traces d'acidité,

et elles ont bleui d'une manière in par le prussiate ferruré de potasse si ntrique. L'eau pure n'enlevait rien à qui donnât le moindre louche appr réaction de l'ammoniaque, de l'ox nique, du nitrate d'argent, de l'ar ryte. Dissoute dans l'acide nitrique n'ont pas réagi d'avantage. Mais le rure de potasse a bleui le liquide d plus intense.

2021. La coloration de la matière du placenta du chien a donc pour la état de combinaison quelconque. L'a mine dans le liquide ci-dessus, et e en grumeaux, au sortir des vaisseaux le liquide circule. Le phosphate d'a décele par l'acidité des cendres, et le caires n'ont pas été assez abondants l'acide du phosphate décomposé p liquide, ainsi que nous l'avions pré n'est autre que le sang veineux, si primer à lui, de la surface placent successivement s'hématoser et rougl tant en contact avec la surface de l'a

2022. VÉSICULE DE L'AMNIOS. — A de l'embryon emprisonné par la vé que nous venons d'étudier, par le cho contre une vésicule plus interne, a que le chorion qu'elle tapisse, a que lui; c'est la vésicule de l'ammi me, attachant moins d'importance à siculaire de l'organe, qu'à la structu tissu, désignait sous le nom de a l'amnios. La vésicule de l'amnios e une portion de sa surface sur la su du chorion, elle fait corps avec l' ce point d'insertion que le cordon l'embryon distribue ses vaisseaux d stance du chorion même. Pour se re de ces rapports, soit une coupe d' un infimium (fig. 7, pl. 11); le cerc trait du chorion, b sera le trait d amnios, qui vient avec le cordon l'embryon s'insérer sur le chorion s par lequel le chorion lui-même e surface utérine (c).

2023. La vésicule de l'amnios, épa ramense dans les premiers jours de d devient avec le temps mince, transp heuieuse; aucun vaisseau sangui tribue dans son épaisseur. Mais ce e pour cela qu'elle ne soit nullement v

on observe à un grossissement de 100 : seulement la membrane de l'amnios de on la trouve composée de cellules accolées contre les autres, aplaties par épui-marquées au centre par un petit point in, ce tissu a toute la structure du tissu : parois buccales (1906) (pl. 11, fig. 6, a), de l'épiderme de certaines feuilles végé-in grossissement de 500 ou mieux de , la structure de ce tissu présente un e mailles vasculaires hexagonales, de irculant autour de cellules hexagonales et chacune de ces cellules offre comme cortical encaissé dans son aire. La mem-la vésicule amnios est donc organisée, i théorie l'indiquait d'avance, et parlant e; mais le liquide qui circule dans le e sa vascularité est blanc, au lieu d'être n'émane pas immédiatement du réseau e, que l'on désigne plus spécialement sous : sanguin.

Nous avons fait observer que telle n'est ucture intime de la membrane amnios à lges; il serait contradictoire dans les ter-lmettre qu'un organe qui grandit et se e conserve le même aspect. Au premier al épaisse, et enveloppe l'embryon, en ant immédiatement sur sa surface, et se sur toutes les saillies de son corps. Mais e où les deux placentas se sont abouchés, a vésicule amnios amincir progressive-parois, et se remplir d'un liquide, qu'on ous le nom d'*amniotique*; c'est ce liquide le sous le nom des *eaux*, à l'instant de ition.

Les *eaux de l'amnios* ont été analysées ssez grand nombre de chimistes; et de s résultats il est logique de conclure que amniotiques ne sont qu'une dissolution ne.

s Vauquelin, l'eau de l'amnios de la femme ndrait que 1.2 pour 100 de substances . D'après Bostock, ce résidu s'élèverait ur 100. D'après Frommherz et Gugert, aire, le résidu de l'évaporation serait de 00; et tout chimiste qui les analysera de obtiendra un chiffre différent, à moins es observe juste à la même époque qu'un ir la proportion de la partie aqueuse aug- celle de l'albumine dissoute diminue avec fœtus. D'après les chimistes, l'eau de est jaune et trouble, car ils n'ont observé qu'après l'expulsion de l'œuf; mais il n'en

est pas de même, lorsque l'œuf est attaché en parasite sur la surface utérine. Nous avons eu l'oc-casion de l'examiner, à travers les parois transpa-rentes de l'utérus d'une chienne vivante dont le ventre était ouvert, et nous lui avons reconnu la couleur bleuâtre et limpide des solutions albumi-neuses dans leur état de vie et d'intégrité; l'eau de l'amnios nous semblait, sous le rapport de la couleur, analogue à l'albumine de l'œuf de cane. Le papier de tournesol rougi et celui de curcuma (54) l'indiquent fortement alcaline; elle se coa-gule par l'ébullition et par l'alcool; elle précipite abondamment par les acides nitrique et hydro-chlorique, par la potasse, faiblement par l'acide acétique. Par le chlorure de mercure, le précipité devient d'un beau rouge au bout de quelques mi-nutes; par la noix de galle, le précipité est abondant et d'un jaune clair. Par la distillation, on en retire du carbonate et un peu d'hydrosul-fate d'ammoniaque. Le précipité par la potasse est un composé de phosphate et de carbonate calcaire combiné à une matière animale. Frommherz et Gugert disent y avoir trouvé une matière salivaire, sans doute parce qu'ils ont pensé que l'embryon crachait dans le liquide; puis de l'acide benzoïque et de l'urée, découverte qui prouverait que l'em-bryon humain urine dans la capacité de l'amnios. Mais la première assertion est une hypothèse, et peut-être la seconde est une erreur. Il serait possible que l'urée et l'acide benzoïque des auteurs ne fussent que des produits illusoire de l'opéra-tion. Au reste, on rencontrerait ces résultats à presque tous les âges de la vie fœtale; or il est une de ces époques où l'embryon n'offre pas une seule perforation sur sa périphérie, et où il est enve-loppé d'une membrane générale et épidermique sans la moindre solution de continuité; il est partant une époque à laquelle, avec la meilleure volonté du monde, l'embryon ne saurait ni expector, ni saliver, ni rendre des selles, ni uriner.

2026. Proust, Vauquelin et Buniva, Dulong et Labillardière, Dzondi, ont analysé les eaux de l'amnios de la vache; mais leurs résultats sont, sur ce point, encore plus divergents que ci-dessus. D'après Proust, l'eau de l'amnios de la vache, dans les premiers temps de la gestation, se com-pose de 97,70 eau, 0,26 albumine, 1,66 de lactate et de matière extractiforme solubles dans l'alcool, 0,38 de sucre de lait, de sels et de matière extrac-tive soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. D'après Vauquelin et Buniva, l'eau de l'amnios de la vache, loin d'être alcaline, comme chez la femme, rougit au contraire le tournesol et con-

tient un acide particulier, l'acide *allantoïque*. Mais Dulong et Labillardière, Dzondi, et après eux l'assaigne, ont obtenu des résultats contradictoires; ils ont trouvé que l'eau de l'amnios était analogue à celle de la femme, que l'eau de l'allantoïde était analogue à l'urine, et Dzondi a démontré que l'acide amniotique signalé par Vauquelin ne se trouve que dans le liquide allantoïque; et que, par conséquent, Vauquelin aura fait à son insu l'analyse d'un mélange des eaux des deux cavités. Quant à la pesanteur spécifique de ce liquide, elle variera, ainsi que nous l'avons fait observer à l'égard du résidu, en raison de l'âge du fœtus.

En définitive, ces analyses n'indiquent aucun caractère chimique qui distingue le liquide de l'amnios de tout autre liquide renfermé dans une séreuse. Mais, au lieu d'attacher une si grande importance aux résultats désorganisés de l'analyse chimique, demandons aux phénomènes de la vie, des renseignements capables de nous conduire, sinon à la solution complète du problème, du moins à la position philosophique de la question. L'embryon croît et se développe dans le sein de cette membrane, d'après le mécanisme qui continuera à presider à son accroissement pendant sa vie adulte (1900). Le canal alimentaire étant imparfait, tout aussi bien que le canal urinaire dans la première époque, l'eau de l'amnios ne saurait rien contenir d'analogue aux fèces et à l'urine. Mais l'accroissement ayant lieu du dedans au dehors du fœtus, et les membranes externes, l'épiderme et le derme, se détachant à mesure qu'une nouvelle couche vient les déplacer et les repousser au dehors, il est évident que l'eau ambiante doit s'enrichir de jour en jour du produit de cette excoaration incessante. Il n'est pas rare de rencontrer des fœtus humains ou autres espèces, dont l'épiderme et le derme se détachent comme une vésicule, dans laquelle l'embryon jouerait librement, ou qui s'appliquent encore comme une tunique sur son corps. C'est sur une membrane semblable que nous avons pris la fig. 7, pl. 13 (\*). Ce tissu humecté par le liquide ambiant n'est rien moins que comparable à l'épiderme de l'adulte; ce n'est point un tissu albumineux desséché, et il a une plus grande tendance que l'épiderme de l'adulte à se dissoudre dans l'eau aqueuse ou alcalisée par un réactif. Or l'eau de l'amnios étant

alcaline, indique suffisamment que l'embryon se dépouille fragment par fragment, et doit pas tarder d'abord à se désagréger, à se dissoudre, pour augmenter la surface de la membrane qui s'y trouve déjà en dissolution.

2027. A l'époque où l'animal se débarrasse des purées de la vie adulte, le derme se dissout aux extrémités du canal intestinal, sur les lèvres, sur les oreilles, le nez, les yeux, le fœtus ne vivant alors que par aspiration, n'aspirant tout ce qu'il aspire, ne saurait avoir dehors rien qui ressemble au régime de la digestion, aux fèces de l'adulte, élaboré par une nutrition, pour l'adulte, les reins ne doivent rien ressembler tant à l'urine de l'enfant qu'à l'urine de l'adulte, sorte que l'amnios ne doit renfermer rien de commun avec tous les sels terreux et azotés, et les produits ammoniacaux, produits si riches en hyposulfate et en acétate d'ammoniaque.

2028. ALLANTOÏDE. — A l'extrémité du cordon ombilical (c, fig. 7, pl. 11), et dans le chorion même, se développe, chez les espèces d'animaux, telles que les poissons, le chien, le cheval, etc., une cavité remplie d'un liquide spécial qui offre la plus grande ressemblance avec l'urine du fœtus. Cette cavité communique avec la vessie au moyen d'un canal qui traverse le cordon ombilical, et qui s'ouvre à l'extérieur. Cette cavité n'est point en communication avec la cavité amniotique, revêtue d'une membrane, sur la plus grande partie de sa surface elle n'est pas une vesicule proprement dite, indépendante de la vesicule amniotique, cavité que le liquide amniotique de la vie adulte se pratique dans la substance même du chorion, et que l'on trouve, quand elle est ouverte, dans la région placentaire, et que l'on trouve également, quand elle est ouverte, sur la surface interne de l'amnios et la surface externe du chorion, et à l'extrémité d'un canal qui se formerait par le cordon ombilical, et qui se formerait l'autre extrémité; elle est donc, comme le placenta humain, de telle sorte que le cordon ombilical s'insère toujours à l'ouverture, par laquelle l'urine s'écoule, dans sa cavité, doit être diamé-

(\*) La décoloration de l'épiderme ne saurait paraître plus defectueuse que lorsqu'on l'étudie à l'âge fœtal, car il se détache avec une épaisseur qui ne permet pas de le considérer comme une membrane simple, sur la figure 7, p. 13, on distingue deux feuillets, dont l'un (b) le plus externe, est pour ainsi dire

l'épiderme de l'adulte (a), lequel est épais et dur, qui ne peut pas être la place où se trouve les poils (386 b) C'est la peau et l'épiderme.

bilic du *fœtus* ; et la paroi qui est im-  
ment recouverte par la couche placen-  
taire face à l'embryon. En un mot, on  
peut se la représenter, par rapport à  
l'embryon, en réduisant par la pensée l'un et  
l'autre à la plus simple expression, comme deux  
de verre unies par un tube dont elles  
occupent les extrémités enflées. C'est enfin au  
fig. 7, pl. 11) que doit se trouver pla-  
centaire ; car c'est là qu'on la rencontre  
seulement chez les animaux, qui en offrent  
la manière la moins équivoque. Enfin le  
sac renferme la cavité qu'on aurait l'idée  
de l'allantoïde doit être analogue, sous  
le rapport chimique, à celui que renferme, au  
point de l'observation, la vessie ou l'appareil  
de l'animal.

Nous venons de définir et de circonscrire  
le sac de manière à couper court à bien des  
objections, qui ne se prolongent que parce que  
les auteurs n'ont pas posé philosophiquement la  
question.

Nous venons de supposer que, chez cer-  
tains animaux, la vessie urinaire pousse devant  
elle un guide qui dédouble le cordon ombilical,  
comme un canal comme vasculaire, et vient  
de la substance du chorion en une capacité  
pleine du liquide de la vessie se décharge ;  
la vessie n'éprouvait pas le besoin de se  
vider de l'excès du liquide qui la distend, ce  
liquide ne s'infiltrerait pas à travers le cordon  
et ne cheminerait pas jusqu'au placenta.  
L'embryon n'aurait pas d'allantoïde ; et l'analogie  
indiquerait la place qu'elle aurait occupée,  
qui n'aurait dû se former. Si le liquide de la vessie  
occupait que jusqu'à moitié du cordon ombi-  
cal-de-sac qu'on trouverait dans la sub-  
stance du cordon ombilical serait alors l'*allan-  
toïde*. L'analogie ne doit jamais donner le  
moyen à l'observation ; elle ne doit pas se  
lever à trouver partout les mêmes dévelop-  
pements ; il doit lui suffire d'en pouvoir désigner  
le lieu et le linéament. De même qu'il serait  
de chercher le cloaque du poulet sur le  
corps des mammifères, de même il serait absurde  
de vouloir à tout prix rencontrer l'allantoïde des  
poissons, sur l'œuf de l'oiseau ou de l'homme ;  
déclarons qu'à l'égard de l'homme on a  
des monstres pour la réalité ; l'œuf normal  
de l'homme, à aucune époque de la vie fœtale,  
n'a aucun organe analogue à l'*allantoïde* que  
l'on trouve si bien chez les *ruminants*, le che-  
val, le chien, le porc, etc.

C'est dans l'*allantoïde* de la vache que

la chimie a trouvé l'*acide allantoïque*, que Vau-  
quelin avait d'abord désigné sous le nom d'*acide  
amniotique* (2026).

2031. CORDON OMBILICAL. — C'est le hile de  
l'embryon, le point d'attache de l'embryon avec  
la double vésicule qui l'enveloppe ; c'est le déve-  
loppement en longueur de la portion par laquelle  
la *vésicule* qui était destinée à former l'embryon  
s'est développée, pour parler le langage de la  
*théorie spiro-vésiculaire*, sur la paroi de la vési-  
cule MATERNELLE, génératrice de la vésicule *cho-  
rion et amnios* ; c'est par ce prolongement que  
l'embryon et ses enveloppes continuent à former  
la même unité animale, pendant toute la durée de  
la vie fœtale ; qu'ils participent à la même respi-  
ration et à la même circulation ; que les artères  
du fœtus se distribuent dans la surface placen-  
taire ; que les veines de la surface placentaire  
rapportent au fœtus le sang retrempé par la res-  
piration, et que les nerfs émanés de la moelle  
passent avec les veines, pour porter l'impulsion  
vivifiante, sans laquelle nulle élaboration animale  
ne saurait avoir lieu. Le placenta respire et éla-  
bore donc ; il n'est point privé de nerfs. Le cor-  
don ombilical, chez les mammifères, etc., s'al-  
longe à mesure que le fœtus se développe. Chez  
l'oiseau, au contraire, il conserve à tous les  
âges presque les mêmes dimensions (fig. 20,  
pl. 19, om).

2032. Sur le cordon ombilical, on remarque  
une espèce de torsion, un relief en spirale, que  
nous trouvons important de signaler, plus spécia-  
lement que toute autre circonstance, depuis la  
découverte de la *théorie spiro-vésiculaire*. Il serait  
intéressant de ne pas perdre de vue ce rappro-  
chement dans l'étude des œufs, et de constater  
les modifications que présente cette structure  
dans les œufs jumeaux. Le cordon ombilical  
n'offrirait-il pas alors une spirauté croisée ?

2033. VÉSICULE OMBILICALE DU VITELLUS OU  
JAUNE DE L'ŒUF DES OISEAUX. — Le jaune d'un  
œuf de poule est un organe sphérique, non pas  
rempli, comme on le dit ordinairement, d'une  
huile jaune, mais dont la structure est celle d'une  
grande vésicule, dans le sein de laquelle s'est  
développé, d'une manière indéfinie, un tissu  
albumineux, à cellules peu consistantes, remplies  
d'une huile nutritive, autour desquelles circule  
un liquide coloré en jaune, et destiné, comme le  
liquide sanguin, à fournir à l'élaboration des cel-  
lules, et à porter les produits de l'élaboration au  
fœtus, dont le germe fécondé se voit, avant l'in-



cubation, appliqué sur une portion quelconque de la surface externe du jaune. Le germe appartient organiquement au jaune; il en est et la continuation, et comme la région dorsale; ce jaune prend le nom générique de *vitelus*; il tient par un *hile* à l'albumen ou blanc d'œuf; mais pour mettre à découvert ce *hile*, il est nécessaire de coaguler l'un et l'autre organe, l'albumen et le jaune, par la chaleur. Il se dessine alors sur la paroi interne (*om*, pl. 19, fig. 22) du blanc d'œuf, comme un double cercle qui retient souvent des fragments du jaune, lequel n'adhère nulle part ailleurs. Sur le jaune, on remarque une solution de continuité correspondant à la portion de substance qui est restée adhérente au blanc d'œuf; et, sur le point diamétralement opposé à cette solution de continuité se remarque l'embouche du germe (*em*, fig. 21, pl. 19), qui se replie sur lui-même, comme le serpent mord la queue. Ce *hile* est le cordon ombilical réduit à sa plus simple expression; et le la vésicule ombilicale, dont le grand transversal est terminé d'un côté par l'ombilical, et de l'autre par le germe.

2034. Lors donc que les anatomistes nous démontrent l'existence d'un liquide vitellique chez les œufs des mammifères, nous la faire voir sur le trajet, se confondant avec le sang, implantée par un pédicule soit sur ou tout près de la vésicule; et, dans ce cas, ce qu'ils nous disent qu'un produit anormal se trouverait pas sement la vésicule, en effet, ne s'appréciables qu'au des mammifères, jamais opaque sous un microscope, il nous apparaît comme une sphère transparente, dans son sein une sphère plus petite de celle-ci un point sphérique de grande opacité. Nous aurions une analogie à l'œuf des mollusques. À une époque plus avancée, l'œuf est plus transparente que l'interne, et sa transparence par la zone plus opaque médian aurait remplace à cette époque, l'œuf aurait une membrane élastique et membraneuse, un vitellus.

2035. Dans l'œuf des ovipares nous retrouvons

tube cylindrique à l'œuf, le placenta, on verrait un axe de l'œuf, l'axe, qu'il s'agit de l'œuf, dont d'exercer le placenta, et c'est la 9<sup>e</sup> de

des très grande proprement d'embryon de approvisionnement sur la durée de la grossesse, par grande quantité apparue au jaune, ou d de poule, à l'œuf hum lorsque ceux grain de mill stant de la ci sateurs, tren 27,000 fois chez l'œuf c doit suffire li

2042. On a observé au microscope des illusions de pas préserv que l'on prit point d'une et c'est prin logie que les multiplient. les principes cette série : 1° La tran l'indice d'ur

brebis, le cordon ombilical envoie un vent comme tendineux et vasculaire ( $\alpha$ ), que corne du placenta, et ce prolongement, à mesure que la gemme terminale apportant des faisceaux vasculaires à nouveau cotylédon. Dans un utérus de cheval, l'œuf de la brebis aurait eu l'ovolde; son placenta aurait recouvert l'allantoïde ( $\alpha t$ ), car c'est par là que l'ennée générale, le chorion, se serait principalement touchée sur la surface de l'utérus.

LA PLACE DU PLACENTA FOETAL EST-ELLE D'AVANCE SUR LA SURFACE DU CHORION?—

1. La surface du chorion est, dans le cas d'une branchie générale qui aspire sur tous les points. Le chorion peut s'attacher à toute sa surface, et ses fibrilles aspirantes s'aboucheront avec l'organe nourricier. Si l'œuf n'est pas appelé à rester stationnaire; il doit grandir, et ses enveloppes doivent accompagner l'accroissement. Or cette dilatation des enveloppes est incompatible avec une durable adhérence; ce qui s'étend ne saurait rester attaché; il arrivera donc qu'à une certaine époque la surface du chorion présentera deux régions bien distinctes, l'une adhérente à l'utérus, et y puisant la vie, et l'autre libre, distendue par le sang, plus en forme d'une vessie, dont le diamètre s'agrandira en proportion, et à la manière d'une vessie épuisée.

La place du placenta utérin n'est pas plus avancée que celle du placenta foetal; l'œuf se trouve sur la surface qui l'aspire davantage; toute impulsion, le corps mis en mouvement suit invariablement la résultante.

Mais dans tous les cas, le cordon ombilical se trouve invariablement au centre du placenta, parce qu'il est le centre de l'impulsion, et que partant il ne saurait étendre l'impulsion plus dans un sens que dans un autre. Quelque point du chorion que l'œuf touche sur la surface utérine, le cordon ombilical se trouve toujours par là se trouver au centre du placenta. Supposez, en effet, que l'adhérence de l'œuf au chorionnaire (pl. 11, fig. 7) ait lieu par le point  $\alpha$  du chorion; il est évident que ce point se trouve immédiatement en rapport avec le cordon ombilical ( $\alpha m$ ). Le point  $\alpha$  deviendra donc pour l'œuf la continuation du cordon ombilical, le point de la réciproque aspiration de l'œuf et de l'utérus, et dès ce moment c'est de là que rayonne la vascularité, qui doit se prêter à la respira-

tion foetale; le point  $\alpha$  deviendra donc en peu de temps le centre du gâteau placentaire, et le point d'insertion du cordon ombilical. Si l'adhérence du chorion a lieu sur le point ( $d$ ), celui-ci deviendra à son tour le centre du gâteau placentaire, comme sur cette figure le point ( $e$ ) est le point privilégié.

2039. DIFFÉRENCES ET ANALOGIES DES ŒUFS QUI DOIVENT ÉCLORE PAR GESTATION ET DES ŒUFS QUI DOIVENT ÉCLORE PAR INCUBATION; DES ŒUFS DES ANIMAUX VIVIPARES ET DES ŒUFS DES ANIMAUX OVIPARES. — Animés par la fécondation, se détachant de l'ovaire par le besoin de vivre, les œufs, ou bien sont expulsés au dehors du corps de l'animal, et dans ce cas l'utérus n'est qu'un oviducte, ou bien, ils s'attachent à la surface de l'oviducte, qui prend alors le nom d'utérus. Dans le premier cas, l'animal est ovipare (oiseaux, reptiles, batraciens, poissons, insectes, mollusques, infusoires); dans le second cas, l'animal est vivipare (mammifères, certains vers intestinaux, cétacés). Il doit paraître évident que dans ces deux cas, l'œuf ne doit pas être identique sous le rapport des détails de son organisation; l'un, en effet, doit renfermer en lui-même les moyens de nutrition et de vie que l'autre puise sur la surface utérine. Cherchons à nous rendre compte des différences organiques, qui découlent nécessairement de cette différence de destination.

2040. Je prends pour point de départ l'œuf humain. Dans l'œuf à terme, je trouve le fœtus enfermé dans une vésicule ( $b$ , pl. 11, fig. 7), remplie d'un liquide albumineux inélangé à tous les produits de la transsudation et de l'excrétion de l'animal. Le chorion ( $\alpha d$ ) est aussi aminci que la membrane de l'amnios ( $b$ ), partout où sa surface est libre de toute adhérence avec l'utérus ( $cc$ ). Mais il n'en a pas été toujours de même. Dans les premiers instants de la gestation, à l'époque où le fœtus, embryon informe à nos yeux, n'était qu'un simple globule à peine éveillé par la vitalité, la capacité de l'amnios ( $b$ ) ne renfermait aucun liquide excrétoire, aucune cavité; l'amnios, tissu albumineux et d'une grande épaisseur, enveloppait l'embryon animal, comme le périsperme enveloppe l'embryon végétal, c'est-à-dire en s'appliquant exactement sur toute sa périphérie. C'était de l'albumine organisée (1505) en une épaisse vésicule, à la paroi interne de laquelle tenait le fœtus, par un *hilum* qui n'était point encore le cordon ombilical. Le chorion aussi épais, et d'un tissu aussi riche en sucs organisateurs,

que l'est l'amnios à cette époque, le chorion s'appliquait, par sa paroi interne, sur la paroi externe de l'amnios, aussi exactement que la paroi interne de l'amnios s'applique sur la surface externe de la vésicule embryon. Par une coupe transversale, qui passerait par l'axe de cet œuf, on aurait mis à nu trois surfaces emboîtées et concentriques : l'interne appartenant à l'embryon, la médiane à l'amnios, l'externe au chorion, et ces trois surfaces tenant l'une à l'autre par un *hile*, seraient également gélatineuses. Mais des que le chorion s'est abouché avec l'utérus, toute la portion qui n'élabore pas, se sacrifie à l'élaboration, se dépouille peu à peu des sucs organisateurs, qui distendent ses cellules : celles-ci s'aplatissent sous l'effort interne qui les distend, et le chorion apparaît tôt ou tard comme une vésicule pelliculeuse partout où elle n'est pas placenta. La vésicule amnios se sacrifiera à son tour, partout où elle ne tiendra pas par son hile, à la surface placentaire du chorion ; l'albumine de son tissu s'épuisera au profit de l'embryon qui se développe, et cet organe épais, le perisperme albumineux, finira, comme le perisperme des légumineuses, par devenir une membrane dont l'anatomie en grand refusera même de reconnaître l'organisation ; sa capacité sera alors distendue par tous les liquides dont l'assimilation ne prohibera pas. Supposons qu'avec l'organisation que nous venons de reconnaître au jeune œuf, en descendant progressivement de l'âge auquel nous l'observons plus fréquemment avec le scalpel de l'anatomiste ; supposons, dis-je, que, doué d'une organisation semblable, il se présentât un cas d'avortement qui nous permit de l'observer à une époque où ses dimensions ne sauraient être appréciables qu'au microscope. L'œuf serait nécessairement transparent, car l'albumen ne l'est jamais opaque sous un pareil volume. Au microscope, il nous apparaîtrait nécessairement comme une sphère transparente, renfermant dans son sein une sphère plus opaque, et dans le sein de celle-ci un point sphérique d'une plus grande opacité. Nous aurions sous les yeux un œuf analogue à l'œuf des mollusques (pl. 7, fig. 25). A une époque plus avancée, la zone externe et plus transparente que l'interne, nous apparaîtrait refoulee en une espèce de test, remplacée dans sa transparence par la zone plus interne, et le point opaque médian aurait remplacé celle-ci, à cette époque, l'œuf aurait une espèce de coquille élastique et membraneuse, un albumen et un vitellus.

2041. Dans l'œuf des ovipares nous retrouvons

numériquement les mêmes organes, emboîtés. Le chorion infiltré de sucs dans l'ovaire, s'est rapidement sucés en passant par l'oviducte, et, d'une manière courte incubation, il s'est ossifié, en sacrifiant son organisme de l'accroissement albumineux de la zone interne. Ce chorion, c'est la coquille d'ossifiée sur sa surface externe que son hile interne, et qui se dédouble facilement en une pellicule qui la tapisse adhérent, et la plus ou moins intime offre alors un vaste et épais amnios organique riche en substances albumineuses blanc d'œuf. Le cordon ombilical est formé d'un hile simple, et l'embryon est une tige mince et riche en substances organiques, qui chez l'adulte profitent tant de l'apport des tissus ; la graisse ou le lait, la plus grande partie de l'embryon, doit proprement dit ne sembler qu'un léger appendice. L'embryon de cet œuf possède en lui-même l'approvisionnement que l'embryon des ovipares puise sur la surface utérine, pendant la durée de la gestation. Si l'embryon est infiltré, par sa région abdominale, par la quantité de substance oléagineuse, et apparaît avec la forme, la couleur jaune, ou du vitellus de l'œuf de poule, à l'instant où il est pondue, à l'œuf humain, et à l'œuf des mammifères, lorsque ceux-ci n'ont pas encore le grain de millet. Ses vésicules sont à l'état de la conception, infiltrées de sucs organisateurs, trente fois plus en diamètre que l'œuf de poulet, 27,000 fois plus dans les trois diamètres chez l'œuf des mammifères, car l'œuf doit suffire lui-même à son incubation.

2042. OBSERVATION IMPORTANTE SUR LES ORGANES TRANSPARENTS. — Ce n'est pas au microscope que l'on est exposé à des illusions de la réfraction (587), on n'est pas préservé, lorsqu'on observe à l'œil nu que l'on procède à la dissection, de la pointe d'une aiguille, mais le scalpel et c'est principalement dans l'étude de la biologie que les exemples de ces sortes de illusions se multiplient. Nous allons formuler sur les principes qui doivent constamment guider cette série d'observations.

1° La transparence d'une région n'est l'indice d'une absence complète d'orga-

SYSTÈME OU CH

rencontrer des tissus organisés qui lais-  
ser la lumière de la même manière que le  
liquide le plus pur. Il suffit, en effet, pour  
cela que nous l'avons déjà démontré plus  
haut, et spécialement au sujet de l'albumine  
de poule, il suffit que la substance incluse  
soit constituée de cellules organisées ait le même indice de  
réfraction que les parois de celle-ci : ces deux  
éléments ainsi associés ensemble forment des  
milieux à réfringence égale.

l'organe transparent peut tout à coup paraître, quand il commence à devenir opaque, réfractant de sucs autrement réfringents, existant d'une manière progressive ; car il ne sera pas opaque partout, et l'observateur sera exposé à voir des développements dans les fractions d'un développement

ne peut manifester sa présence, par  
r'il se sacrifie au développement des  
veux, et par cela seul qu'il tend de  
à ne plus être organe; car en se sa-  
développements voisins, il videra ses  
t les parois par conséquent tendront  
is à se distinguer, par un pouvoir  
tèrent, du liquide qui se modifie et  
ure; et dès lors ces cellules se des-  
yeux de l'observateur, sous l'aspect  
naïles plus ou moins serrées.  
ion commençante.

ion commençante d'un canal cylindrique le cas d'être prise pour la substance de l'organe contenu. Supposons, par exemple, un canal rachidien, d'abord transparent, la moelle épinière incluse, et nulle part d'en être distinguée par réfraction, que ce canal soit surpris par les premières phases de son ossification, la ligne cheminera des deux côtés de la médiane, et que la ligne médiane, alors plus transparente que les côtés, qu'elle sépare, et comme elle ne se sera pas rendu compte de la différence de ces lignes opaques, il sera porté en avant de la moelle épinière elle-même, en principe que la moelle, que la masse encéphalique, et se forme par la réunion de deux masses isolées dans

ment trompé, quand on s'est  
vu comme un organe indé-  
pendant, comme un nerf  
seul n'est que le dédouble-  
ment.

ment de deux cellules accolées ensemble; ses rois ne lui appartiennent pas: donc partout où voit par transparence se dessiner des veines et artères, on doit infailliblement prononcer qu'il existe une membrane organisée si invisible qu'elle soit, qui lie entre eux tous ces canaux de la circulation, et qui limite tout ce système vasculaire.

6° Cette dernière observation s'applique principalement aux capillaires.

6<sup>o</sup> Cette dernière observation s'applique principalement aux cas d'éventration sur lesquels on a basé la théorie de la formation des intestins chez le fœtus, idée qui paraîtra tôt ou tard bizarre, à ceux qui se seront pénétrés des faits sur lesquels nous avons établi depuis longtemps la théorie vésiculaire. On a admis que les intestins rentraient dans le ventre de l'embryon, à peu près comme le chirurgien les y fait rentrer par la plaie qui les en avait fait sortir ; et cela parce qu'on a vu des sujets chez lesquels les intestins se dessinaient pour ainsi dire hors de l'abdomen, à cause de la transparence de celui-ci. Dans ce cas les intestins sont réellement inclus dans l'abdomen, mais seulement les parois de l'abdomen sont restées transparentes, et n'ont pas acquis l'organisation musculaire qui doit les rendre opaques plus tard. Il est absurde de penser que la nature organise le fœtus, comme nos cuisinières farcissent les poulets de nos tables, en lui faisant rentrer dans le ventre, ou le jaune, ou les intestins, sauf à ceux-ci à se souder ensuite par un bout à l'estomac et par l'autre à l'anus, absurdité que la haute faveur de nos académies protégera pourtant encore longtemps.

7<sup>o</sup> Pour bien se rendre compte des

7° Pour bien se rendre compte des rapports et de la nature des organes du fœtus, rien n'est plus lucide que de se les représenter à une époque plus avancée, de prendre cette époque pour point de départ, de redescendre ensuite jusqu'à l'époque de l'observation directe, en rapetissant chaque organe par la pensée et par des dégradations insensibles, et en se demandant, à chaque ton de cette gamme, sous quelle forme et avec quel aspect chaque organe de l'adulte se dessinerait à cette époque, sous les yeux de l'observateur, et quelle région chaque organe occuperait dans la topographie générale du corps. On arrive de la sorte à faire rentrer toutes les anomalies apparentes dans l'harmonie, dont la nature ne se départ pas plus au commencement qu'à la fin de la vie individuelle.

Ces observations une fois comprises, passons à l'étude du développement de l'œuf.

2045. DÉVELOPPEMENT DU FŒTUS DES VERTÉBRÉS,  
CONSIDÉRÉ SOUS UN POINT DE VUE GÉNÉRAL. — Le

foetus, avant la fécondation, n'est que la vésicule plus interne de l'œuf, et ne diffère des deux autres qu'il l'emboîtent, que par son aptitude à recevoir l'impulsion de la vie, qui n'est que l'impulsion du développement. Elle tient à la vésicule amnios, comme la vésicule amnios tient à la vésicule chorion, et comme celle-ci devait tenir également à la vésicule de l'ovaire. Or dans cette vésicule centrale existe la charpente de toute l'organisation future de l'adulte; chaque organe futur occupe, dans cette vésicule embryonnaire, la place que l'anatomie constatera plus tard sur l'animal; mais chaque organe, inerte comme l'embryon lui-même, affecte la forme vésiculaire comme lui. La fécondation apporte, dans le sein de cette organisation assoupie, la tendance au développement, et l'œuf s'élance vers les milieux, où il pourra respirer librement et s'assimiler les produits gazeux; il arrive à l'air extérieur, ou il s'arrête sur des surfaces éminemment respiratoires, pour vivre indépendamment dans le premier cas, et parasite dans le second. Dès ce moment, la couche externe de l'œuf se sacrifie à son développement, et au développement de la couche plus interne; elle s'émacie et s'amoit en se sacrifiant, comme la seconde s'émaciera et se sacrifiera à son tour. Le foetus s'allonge et prend déjà la forme d'un reni, dont le cordon ombilical serait l'uretère; point de saillies apparentes, point de membres thorachiques ou pelviens, point d'accident qu'on puisse désigner comme le germe d'un organe; car tout est enchaîné sous la même enveloppe qui doit se sacrifier et tomber à son tour, comme l'amnios, repoussée par le développement en longueur des organes qu'elle recouvre. Ce qui se montre avant tout ensuite, c'est la masse encéphalique; car c'est d'elle qu'émanent tous les développements; rien ne s'accroît que sous l'empire de son impulsion et de son influence; il ne doit pas pousser un poil que le nerf ne l'ait amené juste à la place qui lui est réservée. Ainsi, à une certaine époque, l'animal ne semble qu'une boule encéphalique que la scie de l'anatomiste aurait détachée du thorax, de l'abdomen et du bassin; une tête énorme et une queue, une forme de têtard de grenouille, pour ainsi dire, c'est sur ce caneras que la nature semble broder toutes les formes zoologiques qui caractérisent, en continuant leur développement, les diverses espèces animales. Car bientôt les deux extrémités se dessinent d'une manière spéciale. la tête s'allongeant ou s'arrondissant, la bouche s'avancant pour terminer l'axe, ou se repliant pour s'ouvrir sous le front; chez les uns, qua-

tre petits tubercules faisant de plus en plus saillie au dehors, deux sur la région thoracique, deux sur la région abdominale, ayant deux, organisés sur le même type, diffèrent plus tard que sous le rapport de leur fonction; ce sont les quatre membres batraciens, ne poussent même que sortis de l'œuf, et lui arrivent, chez les poissons, comme pour remplacer la queue, qui tombe à l'époque de leur développement.

2044. Admirable spectacle pour qui peut suivre des yeux la maturation fait éclore une incalculable variété de formes d'une aussi grande uniformité avec les mêmes globules, elle modifie les formes des organes différents, et comme la vésicule sphérique, elle amène la formation de la fécondation, l'homme environ, à peu près tels que deux rayons d'un même centre, et qui s'écartent en s'allongeant. On dira que, dans le germe, tous les organes sont congénères et doués du même développement globulaire d'organisation; différents plus tard, c'est que tel chez l'un un développement plus précoce, l'autre, que le globe qui s'est développé chez celui-ci est resté stationnaire chez l'autre, fin toutes les différences qui les caractérisent ne sont que des différences de développement.

2045. Bientôt la circulation se révèle de la gestation ou de l'incubation, à révéler sa présence à l'anatomiste, sans pas sans sa coloration. Le sang se dessine de la bouche à l'anus, et se ramifie sur elles-mêmes, il refoule le sang du domaine, et semble l'éventrer, si les membranes sont transparentes. La nutrition arrive à l'ombilic, qui est, pour ainsi dire, le canal du foetus; elle passe par le foie, en être l'estomac, et les lymphatiques tout entière pour la jeter dans la circulation. Les poumons s'ouvrent à la vie, car le placenta foetal aspire le sang n'y arrive que comme à tout, et comme par accident, car l'aspiration n'est pas dans les canaux interstitiels pulmonaires, les deux cœurs sont en communication entre eux par une ouverture de Botal, car la communication de l'artère et du sang veineux n'a pas encore été interrompue.

2046. Mais une révolution se pré-



tous les organes qui peuvent se prêter indépendamment, s'exerce comme machinerie à écarter et à rapprocher ses mâchoires : mastication et à la respiration (\*). Chez les poissons, l'utérus n'apporte plus au placenta produits capables de fournir à l'existence de l'embryon ; le placenta tend à s'en détacher au lieu d'être en même temps contraire à celui qui l'attachait ; il repousse au lieu d'attirer, il agit au lieu d'agir par aspiration. L'animal, toutes les cavités se dilatent pour remplir de nouvelles fonctions, ne peut plus être en même temps dans ses propres enveloppes ; elles créent l'effort de l'utérus, et lancent dans l'animal qui l'aspire de ses poumons, et par un cri l'air qu'il vient de lui prendre.

Le sang change de route ; car l'air qui vient d'ailleurs ; il se porte, avec l'impulsion de l'éclair, par l'artère pulmonaire, dans les vaisseaux vasculaires du poumon, continue sa route à la même vitesse par la veine pulmonaire, est traversé dès lors par deux courants qui s'élancent en sens inverse avec rapidité ; le trou de Botal doit rester vide ; les vaisseaux doivent donc se rapprocher, comme les membranes entre lesquelles on fait le vide ; il y a retour, et l'animal a deux cœurs (\*\*). Le placenta de sa nutrition est sur la surface du canal alimentaire ; le placenta de son développement est sur la surface de ses organes ; l'animal est parasite des aliments du milieu, de l'air dans lequel il est, de la chaleur dont la lumière l'enveloppe ; il appartient au même titre que sa mère. Dans l'œuf d'oiseau, que réchauffe la mère, le couve de son plumage, mais qui ne se détache en parasite à la surface de l'œuf ; l'a pondu, le placenta extérieur est

comme la chienne pleine que nous venions de faire élever en 1827, Breschet et moi, nous avons pu rendre ce phénomène à travers la transparence de petits chiens remuaient la mâchoire comme pour respirer, de la même manière que le faisait un autre dont nous avions enlevé les enveloppes, et qui se trouvait en contact immédiat avec l'air extérieur. Ce mouvement se répétait en même temps toutes les demi-minutes, quelquefois plus tard ; mais ce mouvement n'était certainement un prélude et non l'exercice de la fonction : l'animal n'aurait pu respirer que du liquide, ce qu'il n'aurait pu admettre. Ce n'était pas non plus un acte de mastication exécuté par ce mouvement ; car on ne voyait pas le liquide se porter dans l'intérieur de la bouche et en ressortir enfin, par ces espèces de remous que la déglutition ne peut pas produire. Quoi qu'il en soit, ces

remplacé par l'albumen ; et l'embryon est pourvu, autour de son ombilic et sur toute la région abdominale, d'un développement graisseux, qui, de simple accessoire, semble, dans les premiers instants, devenir le principal, et que nous désignons sous le nom de jaune. Ce jaune ne rentre pas dans l'abdomen, comme on l'a dit ; il ne sert pas à former les intestins ; il est l'abdomen lui-même, espèce de couenne graisseuse et d'épiploon, qui se sacrifie, comme tous les tissus graisseux (1485) peuvent le faire, au développement des organes, et se sacrifie en vidant ses cellules de leurs sucs oléagineux, en se désinfiltrant, en s'aplatissant enfin, faute de liquide qui rende ses cellules turgescentes ; l'analogie de ce jaune avec l'épiploon devient saillante sur le petit moineau que représente la fig. 20, pl. 19 ; on voit le jaune se peindre sur l'abdomen, et se diviser supérieurement en trois pointes, qui font corps, comme tout le reste, avec toute la région qui recouvre les intestins d'une part, et avec le cordon ombilical (*om*) de l'autre. A cette époque, qui est voisine de l'éclosion, le réseau vasculaire, qui émane du cordon ombilical, se distribue dans toute la substance de l'albumen (*al*), qui apparaît alors comme tout tissu cellulaire épuisé de ses sucs, c'est-à-dire réduit aux parois de ses cellules et au réseau sanguin qui portait la circulation autour de chacune d'elles. L'albumen est devenu dès lors un placenta indépendant, protégé, dans son élaboration, par l'imperméabilité de la coquille (*co*).

2048. EXISTE-T-IL UNE COMMUNICATION DIRECTE ENTRE LE SYSTÈME VASCULAIRE DE LA MÈRE, ET LE SYSTÈME VASCULAIRE DU FŒTUS ? — Cette question a longtemps agité les embryologistes ; et les *oui* et les *non* ont semblé longtemps s'appuyer sur des preuves également irréfragables. Ceux qui

admettent une communication directe, prétendent que les mouvements se répétaient avec une certaine périodicité et une certaine fréquence.

(\*\*) Pour mieux concevoir la théorie que nous donnons par anticipation de l'obturation du trou de Botal, supposez la construction suivante : qu'on adapte une pompe aspirante et foulante à un système membraneux, composé de deux cercles de tuyaux abouchés entre eux par une communication qui représentera le trou de Botal ; si vous pratiquez deux ligatures sur l'un des cercles, de chaque côté du point par lequel il communique avec l'autre, le liquide circulant par le jeu de la pompe aspirante et foulante reviendra indéfiniment sur lui-même, en passant par l'analogie du trou de Botal ; mais qu'on enlève tout à coup la ligature et qu'on aspire fortement, la circulation s'établira dans les deux cercles, comme s'ils n'en formaient qu'un seul ; et les deux parois opposées, entre lesquelles cesse de passer la circulation, se rapprocheront et se souderont ensemble sans retour.

soutenaient que les vaisseaux du fœtus s'abouchent avec les vaisseaux de la mère, les veines de l'un avec les artères de l'autre, que le fœtus enfin ne doit son sang qu'à une transfusion, ceux-là invoquaient en leur faveur les résultats de l'injection, qui leur avait paru passer d'une manière sensible, du placenta fœtal dans le placenta utérin, et *vice versa*. Mais ils ne jugeaient de ce résultat qu'à l'œil nu; et il est facile de confondre de cette façon un effet de perforation avec un effet d'injection, et de croire que le liquide colorant a suivi la direction d'un canal, quand il s'est fait jour en forçant un cut-de-sac et qu'il s'est glissé entre deux membranes contigües. Comment ne pas admettre que l'impulsion imprimée par le piston de la seringue, soit capable d'éventrer des tissus aussi jeunes et aussi délicats que ceux des placentas agglutinés ensemble? Enfin, on invoquant, en faveur de la même opinion, les cas fréquents d'hémorragie utérine; c'est-à-dire des cas exceptionnels en preuve d'une thèse générale. Or l'hémorragie aurait dû être la règle générale et non l'exception, s'il existait une communication directe entre les vaisseaux du placenta fœtal et ceux du placenta utérin; car les veines et les artères ne se ferment pas d'eux-mêmes, lorsqu'on a pratiqué sur leur passage une solution de continuité. Chacun sait que la ligature la mieux faite des artères n'en prévient pas toujours l'hémorragie.

2049. Ceux qui soutenaient l'opinion contraire, s'appuyaient sur les raisons que nous venons d'opposer aux premiers; mais ils étaient fort embarrassés, quand ceux-ci, laissant de côté les objections, leur demandaient de leur expliquer, sans communication directe, comment il se formait du sang dans le fœtus, qui auparavant n'en avait pas; car le sang dans l'opinion des uns et des autres était un liquide sacré, immuable, transmissible, et qui devrait passer inseparablement avec la vie dans un milieu animé. Ils demandaient pourquoi le cordon envoyait tant de vaisseaux au placenta utérin, si ce n'est pour y prendre et en ramener le sang de la mère au fœtus; car l'analogie du placenta échappait aux uns et aux autres, et la question aurait changé de face, s'ils avaient pu la deviner. Quelques physiologistes observèrent que les globules du fœtus présentaient des dimensions différentes de ceux du sang de la mère, qu'ils étaient plus gros chez certains fœtus; donc ces globules ne venaient pas de la mère. Mais ici les physiologistes ne jugeaient du sang que par les globules, sans lesquels pourtant le

sang peut exister. Ils ne savaient pas que les globules ne sont qu'un précipité d'albumine, précipité qui peut affecter des dimensions diverses, sous les circonstances que nous évaluerons en proie à une trop vive préoccupation technique. Ils n'avaient pas aperçu que la même goutte de sang renferme des globules de forme et de dimensions différentes, et qu'en examinant les globules au passage des veines dans les artères par la voie de l'injection, on rencontrerait souvent des globules du même courant sanguin plus gros que dans d'autres. Donc il aurait été facile de conclure que l'albumine du sang de la mère, dans les tissus du fœtus, se fût précipitée sous une dimension plus grande.

2050. Il fallait donc reprendre la question d'autres errements et d'après une autre méthode la plus rationnelle et la plus sûre à étudier la communication que le sang pouvait s'effectuer, au lieu de l'admettre par le raisonnement et en tirer des conséquences éloignées; il fallait en faire l'expérience; c'est ce que nous entreprîmes d'abord, et nous le faisons maintenant seulement en étudiant au microscope les fibrilles du chorion, mais encore en pratiquant des injections que Breschet, en 1847, nous a communiquées la plus rare complaisance. A cette époque notre opinion a pris la forme suivante :

1<sup>o</sup> La structure des fibrilles du chorion est compatible avec l'idée d'une communication de la mère avec le fœtus. Il suffit de voir la fig. 5, pl. 15, qui représente des fibrilles dont le feutre forme le chorion humain (2009), pour être convaincu que les ramifications n'ont jamais de communication avec les vaisseaux de la surface utérine. Nous avons pris le sujet de cette figure sur un grand nombre d'autres qui ne présentent aucune différence de configuration, et nous avons vu que les anastomoses enfilées et papillaires au sommet de la ligne médiane noire qui n'arrivent jamais au sommet, et qui semblaient dans ces cas être la séparation d'un vaisseau afférent et d'un vaisseau déférent, les artères venaient s'aboucher au sommet de la papille. Nulle part ces anastomoses, sans lesquelles il ne saurait y avoir de déchirement. La surface utérine exacte de la loupe assez forte n'offrait pas le moindre point d'où il suintât rien qui ressemblât à un vaisseau; elle était aussi lisse sur tous ses accés.

organe spécial. C'est ce qui est arrivé à  
modernes, mais spécialement à

il a offert un plus grand

il autre embryo-

l'influence de la

3, pl. 19, avec la

ne verra dans la

de l'hypothèse que

d de la seconde. (c,

am, fig. 19); (d) de

ment que l'analogue

remière; (aa) de la pre-

in (ch) de la seconde. Or,

l'ouvrage duquel (\*) nous

fig. 9 de la pl. 19 du présent

peau, dis-je, la vésicule (d,

vésicule ombilicale de l'embryon

ogue enfin du jaune des oiseaux; et

aussi extraordinaire, en vertu de

vésicule ombilicale se trouverait tout-

hors, non-seulement du cordon omi-

le l'omblic de l'œuf, mais de l'amnios dans

il nage; cette analogie est appuyée sur

autres figures, où cette vésicule ombilicale se

trouve à une distance considérable de l'amnios

normal. Quand les termes sont mal posés, l'ana-

logie conduit à des inductions d'autant plus

étranges, qu'on la poursuit avec plus de logique.

Aussi quand l'auteur ne rencontre pas la préten-

due vésicule ombilicale sur le chorion, il parvient

presque toujours à la retrouver dans le moindre

accident, dans la moindre bulle qui proémine sur

la surface de l'amnios. Ainsi la petite excroissance

qu'on remarque en (a, fig. 14, pl. 19 de notre

ouvrage) est désignée sur quatre ou cinq figures

de l'ouvrage de Velpeau, sous le nom de vésicule

ombilicale. Nous reviendrons plus bas sur l'ana-

logie qu'il signale au sujet des flocons (e de la fig. 9,

pl. 19); et nous ne consacrerons pas une plus

longue réfutation à une opinion qui ne saurait se

soutenir devant les considérations précédentes.

2057. 3<sup>e</sup> Passons au troisième cas de parturition

multiple, à celui où nous avons supposé que les

deux embryons se développaient à l'extrémité du

même cordon ombilical, et comme les représente

la fig. 17, pl. 19. Là les deux embryons ont marché

de front et se sont développés à la fois d'une ma-

nière normale. Mais admettons que l'un des deux

ait arrêté dans son développement ultérieur,

que où ils étaient tous les deux réduits à la

aux dimensions d'une vésicule pyriforme.

analogie humaine, fig. 2, pl. 1.

quelle plus énergique élaboration, que la gestation, quelle plus durable et plus puissante inflammation que ce développement vasculaire, qui transforme l'utérus en un inextricable réseau d'énormes veines et artères<sup>1</sup>. L'effet doit donc augmenter en raison de l'énergie de sa cause, et l'exfoliation interne doit avoir lieu sur une plus grande échelle, pendant la gestation, que dans toutes les autres circonstances du mouvement sexuel. L'anatomiste a pris en surplus l'effet, pour un effet d'un genre insolite et spécial à cette époque de la vie de la femme; et comme il arrive infailliblement, toutes les fois qu'on donne à des accidents variables une importance trop grande, les anatomistes ne se sont jamais trouvés d'accord, parce que l'effet ne s'est jamais présenté à tous avec le même caractère; et, par une autre conséquence de cette fausse direction, ceux qui tombaient d'accord entre eux sur la nature de la caduque, se divisaient ensuite sur son organisation. Aux yeux des uns, la caduque était inorganisée, c'est-à-dire non vasculaire, car ce mot n'avait pas pour eux une autre signification; les autres assuraient que la caduque était organisée; car ils y avaient observé des vaisseaux sanguins; et les deux partis avaient également raison dans le fait: ils avaient vu ce qu'ils avançaient, ils ne se trompaient qu'en se donnant un démenti. Nous avons très-bien observé, sur la surface interne du chorion, une exfoliation caduque, qui tenait encore çà et là à l'utérus par des brides membraneuses, dans lesquelles s'insinuaient des vaisseaux utérins; ceux-ci, chemin faisant, perdaient peu à peu leur coloration, et nous en poursuivions la trace au microscope jusque dans la lame caduque, à un reste de coloration jaunâtre; et cela doit être dans tous les cas, même dans ceux où cette coloration du réseau frappé de mort a disparu, et n'en marque plus la trace. En effet, une membrane vasculaire qui s'exfolie, n'élabore plus; si elle n'élabore plus, elle n'aît re plus le liquide de la circulation dans ses canaux vasculaires; ceux-ci rapprochent leurs parois; et dès lors le réseau vasculaire se confond avec le tissu cellulaire, puisqu'il est vide de tout ce qui pouvait l'en distinguer, du liquide coloré en rouge. Voilà pourquoi la caduque se montre tantôt vasculaire et tantôt non, selon qu'on l'observe à une phase plus ou moins avancée de sa désorganisation.

2055. Mais, par suite de la même loi, l'œuf des mammifères doit avoir aussi sa caduque; car la surface externe du chorion, qui est l'épiderme de l'œuf, si je puis m'exprimer ainsi, doit avoir

son exfoliation régulière comme le corps humain, exfoliation qui est la de tout développement organisé. Or elle variera avec l'âge de l'œuf; et la qu'elle revêtira dans le principe sera lement opposée à ceux qu'elle sera d'offrir, à l'époque voisine de la part à l'époque où les fibrilles privilégiées auront pris possession de la surface qui doit devenir placenta (2009). Les fœtus, inutiles ornements de la surface, se détacheront à la fois; et comme elles le sont par l'enchevêtrement de leurs ramuscules, et pressées et se détachent ainsi dore contre la surface utérine, affecteront bientôt la forme d'une calotte toute adhérence, et avec l'œuf hant la surface de l'utérus. Plus tard, l'œuf se détachera de la surface externe et libre du chorion, rien moins que cette structure feutrée.

Cette manière de concevoir la fœtus caduques ne se rapporte à aucune des professées jusqu' alors, mais elle est toutes au lieu de les démentir, nous l'avons publiée, chaque parti revendiquée comme la sienne; c'est toutes les fois qu'on met les gens à trouver qu'ils avaient tous raison; et ne s'en étaient pas aperçus; et c'est qu'ils ne s'en retournent pas moins.

2054. CONSÉQUENCES EMBRYOLOGIE DES PARTURITIONS DOUBLES ET MULTIPLES. Les animaux sont unipares ou multipares, espèces. Mais ce caractère n'est pas spécifique que les unipares ne puissent certains cas multipares, et réciproquement, tous ont des ovaires pluriovules. Les animaux sont certainement les moins féconds animaux, et la femme est la moins féconde; cependant il arrive des cas de monde au moins deux enfants par un accouchement, et où elle dépasse même ce phénomène peut avoir lieu de trois manières différentes. ou bien parce que deux ovules se détachent à la fois de l'ovaire (1996) et venus s'aboucher à la fois sur la surface externe, et ont accompli parallèlement leur développement, ou bien parce que le même chorion donne naissance à deux amniotides; ou bien parce que le même cordon ombilical a donné naissance à deux fœtus, enfermés dans la capsule d'un seul amnios. Dans le premier cas, les deux

chorion distinct et indépendant l'un dans le second cas, ils ont seulement chacun, mais sont renfermés dans la même chorion; dans le troisième cas, un amnios et qu'un chorion, et nagent dans le même liquide amniotique. Soumettons ces cas différents aux inductions de l'anal-

Dans le premier cas, il est évident que du fœtus sera double, mais qu'elle sera de même forme et de dimension, selon que les deux œufs seront implantés plus près l'un de l'autre, dans tout état de cause, la caduque sera toujours différente de ce qu'elle est dans les cas de gestation unipare. Les deux œufs auront leurs délivres à l'époque de l'accouchement; et tout aux deux placentas fœtaux (2009) auront pu, à cause de leur contact, contracter quelques relations plus ou moins intimes.

Dans le second cas, si l'œuf est rendu double, on trouvera, en ouvrant le chorion, deux œufs accolés ensemble, comme deux œufs dans un même chorion. La fig. 19, pl. 19, représente un double de femme. Le chorion (*ch*) est vu par sa surface floconneuse (*f*) est rejetée en arrière. Les deux vésicules amniotiques (*am*) sont encore turgescentes, et à travers la transparence de leurs parois, on aperçoit un embryon dans chacune. La membrane amniotique est déchirée pour montrer sa ténuité, et on voit en même temps que son feuillet n'est pas une membrane réduite à sa structure intime, mais que les deux embryons marchent de front et de près, dans un développement fœtal; les deux vésicules amniotiques affectent les mêmes dimensions. Mais si l'un est arrêté, si l'amnios de gauche (*am'*), par exemple, s'est arrêté sous l'influence d'une cause quelconque, et cela à la première époque de la gestation, à l'époque où l'embryon, simple vésicule enrobée, sans nom, dans la vésicule amniotique encore épaisse, comme l'albumen de l'œuf d'oiseaux (2040). Dans cette hypothèse, on voit une petite vésicule implantée sur le chorion, tout près du point d'adhérence de l'amnios, dans lequel l'embryon se dessine avec toutes ses parties, et l'anatomiste qui n'aurait pas recouru à l'interprétation des phénomènes, et qui ne ferait que la considération analogique, serait tenté de prendre cet amnios accidentel et avorté

pour un organe spécial. C'est ce qui est arrivé à quelques auteurs modernes, mais spécialement à Velpeau (\*), à qui le hasard a offert un plus grand nombre de ces accidents qu'à tout autre embryologiste. Que l'on compare, sous l'influence de la précédente révélation, la fig. 9, pl. 19, avec la fig. 10 de la même planche, on ne verra dans la première que la réalisation de l'hypothèse que nous avons exprimée à l'égard de la seconde. (*c*, fig. 9) étant l'analogue de (*am*, fig. 19); (*d*) de la première ne sera évidemment que l'analogue avorté de (*am'*) de la première; (*aa*) de la première étant le chorion (*ch*) de la seconde. Or, selon Velpeau, d'après l'ouvrage duquel (\*\*) nous avons fait calquer la fig. 9 de la pl. 19 du présent ouvrage; selon Velpeau, dis-je, la vésicule (*d*, fig. 9) serait la vésicule ombilicale de l'embryon humain, l'analogue enfin du jaune des oiseaux; et une analogie aussi extraordinaire, en vertu de laquelle la vésicule ombilicale se trouverait tout-à-fait en dehors, non-seulement du cordon ombilical, de l'ombilic de l'œuf, mais de l'amnios dans lequel il nage; cette analogie est appuyée sur d'autres figures, où cette vésicule ombilicale se trouve à une distance considérable de l'amnios normal. Quand les termes sont mal posés, l'analogie conduit à des inductions d'autant plus étranges, qu'on la poursuit avec plus de logique. Aussi quand l'auteur ne rencontre pas la prétendue vésicule ombilicale sur le chorion, il parvient presque toujours à la retrouver dans le moindre accident, dans la moindre bulle qui proémine sur la surface de l'amnios. Ainsi la petite excroissance qu'on remarque en (*a*, fig. 14, pl. 19 de notre ouvrage) est désignée sur quatre ou cinq figures de l'ouvrage de Velpeau, sous le nom de vésicule ombilicale. Nous reviendrons plus bas sur l'analogie qu'il signale au sujet des flocons (*e* de la fig. 9, pl. 19); et nous ne consacrerons pas une plus longue réfutation à une opinion qui ne saurait se soutenir devant les considérations précédentes.

2057. 3<sup>o</sup> Passons au troisième cas de parturition multiple, à celui où nous avons supposé que les deux embryons se développaient à l'extrémité du même cordon ombilical, et comme les représente la fig. 17, pl. 19. Là les deux embryons ont marché de front et se sont développés à la fois d'une manière normale. Mais admettons que l'un des deux se soit arrêté dans son développement ultérieur, à l'époque où ils étaient tous les deux réduits à la forme et aux dimensions d'une vésicule piriforme.



Si l'on ouvre un tel œuf à la troisième ou quatrième semaine de la gestation, on trouvera un embryon complet, portant, sur la longueur de son cordon ombilical, une vésicule à qui l'on donnera un nom, si on en ignore l'analogie; et certainement ce nom sera celui de la *vésicule ombilicale*, si ce n'est pas celui de l'*allantoïde*. Si l'un des deux frères siamois en était resté à sa forme embryonnaire, l'autre aurait porté une vésicule ombilicale à la région de l'ombilic (\*).

2058 Mais si, à l'extrémité du même cordon ombilical, il se développait trois jumeaux, au lieu de deux que nous avons admis dans la précédente hypothèse, ce dont on ne saurait invoquer en doute la possibilité, et que l'utérus expulsât, dans les premiers jours de la conception, un œuf trop anormal et trop vorace, si je puis m'exprimer ainsi, pour ne pas être bientôt affamé, l'observateur, qui en ouvrirait le chorion, y trouverait trois vésicules au lieu d'une; et ce serait certes une bonne fortune pour une publication académique, car il y aurait là matière à signaler deux analogies de plus. Alors l'une des trois vésicules étant arbitrairement admise comme appartenant à l'embryon, on ne manquerait pas de voir dans les deux autres, non pas les analogues des vésicules ombilicale et allantoïde des autres animaux, mais la réalité de ces deux vésicules qui sont, dans l'étude de l'œuf humain, la pierre philosophale de nos embryologistes; et ce n'est peut-être pas un autre cas d'avortement que Pockels (\*\*) a eu occasion, lui, d'observer et de faire dessiner par les deux figures que nous lui empruntons fig. 10 et 11, pl. 19; en admettant que l'auteur n'ait pas forcé l'observation, et n'ait pas laissé aller son crayon au gré de l'imagination qui a dirigé sa plume. Dans la fig. 10, (a) étant le chorion couvert de ses fibrilles, (b) serait l'amnios de l'embryon (c), et les deux vésicules (d et e), seraient deux amnios ou deux embryons attachés au même cordon ombilical, en supposant, ce qui nous paraît également probable, que ces organes ne soient pas des produits malades de l'œuf avorté. Pockels voit dans l'organe (d) un corps piriforme qu'il appelle vésicule érythroïde, et la vésicule ombilicale en (e). Les mêmes lettres marquent les mêmes organes, d'après Pockels, dans la fig. 11. Au reste, nous ne nous sommes arrêté à ces deux figures, que parce que l'un y a attaché récemment une certaine importance.

2059. LOI GÉNÉRALE QUI PRÉSIDÉ À SITES DIADELPHIQUES. On a observé longtemps des fœtus qui venaient et associés entre eux plus ou moins et toujours d'une manière indissoluble.

On a observé ensuite que ces enfants étaient toujours du même sexe;

Qu'ils étaient d'autant plus viables que leur association était plus superficielle, et trait moins profondément dans les ternes;

Entin que ces fœtus ne s'unissaient que par des surfaces de même nom, bras, jambe contre jambe, dos contre ventre contre ventre.

On s'est demandé avec étonnement par quelle loi physique ou physiologique ces phénomènes d'attraction embryonnaire se produisaient, non-seulement avec cette association encore d'une manière si contrainte, mais l'attraction physique qui fait que les fœtus se repoussent et les contraires s'attirent d'après laquelle les fœtus auraient sans doute dos contre ventre, tête contre tête, ce qui aurait été trop indecent, pour ne créer pas tout exprès une loi spéciale, différente de la première.

2060. Mais la nature, en elle-même, n'a dérogé en rien à son harmonie, et reconnaît qu'elle a été fidèle à sa loi, même dans les cas exceptionnels. Cette conséquence ressortira des conclusions suivantes.

1<sup>re</sup> Pour qu'il s'opère une association entre deux fœtus, il faut que rien ne s'oppose dans le principe; qu'ils ne soient pas chacun dans une vésicule particulière, l'amnios distinct. Car l'amnios étant celui qui se sacrifie au développement de l'embryon, ne saurait contracter des adhérences avec un autre amnios contigu, et l'autre ne sont que des tissus qui n'élaborent plus dans l'intérêt d'un développement ultérieur, ces deux amnios formeront une mur de séparation infranchissable entre deux embryons issus du même chorion.

2<sup>e</sup> Les embryons ne s'unissent pas lorsqu'ils sont développés isolément dans le sein du chorion, car ils ont pris déjà tous les deux leur place, ils ne peuvent que rester stationnaires.

(\*) Voyez le *Reformateur*, n° 344, 18 septembre 1835.

(\*\*) *Eur.*, décembre 1823.

dans leur marche sous l'influence perturbatrice, mais jamais rétrograder une direction contraire après s'être e sauraient spontanément se rapprocher l'un sur l'autre par leur mouvement. Cela n'a lieu ni dans la nature végétale, ni dans la nature animale. La compression de l'utérus ne saurait produire une telle proximité entre deux embryons renfermés dans le même œuf. Car si la compression faisait un tel effet de rapprochement, elle manquerait jamais de se souder avec l'amnios avec le chorion. Du reste, l'utérus remplit l'amnios contre-balancé par la pression utérine, pour que les embryons se trouveraient renfermés dans le même amnios, soient constamment en contact l'un de l'autre.

Si les deux embryons se sont développés du cordon ombilical, libres de toute gêne mutuelle, ils continueront à se développer l'un de l'autre, et si la bifurcation ombilicale (c) se fait plus près du chorion (fig. 17, pl. 19) que des deux ombilics, les deux jumeaux apparaîtront, à la naissance, isolés et formant deux unités, car on ne les verra pas au cordon ombilical très-près de l'ombilic, mais à une certaine distance. Si, au contraire, le cordon ombilical commence à se bifurquer que très-près de l'ombilic des deux jumeaux, la ligature ne se fera pas au lieu qu'au-dessous de la bifurcation, et d'intéresser trop au vif l'existence des deux jumeaux, en tentant de les isoler; et alors les deux jumeaux resteront inséparables, liés entre eux par le cordon qui se trouve au lieu de l'ombilic par un cordon qui se trouve avec eux et servira de communication entre les deux individus, pour les faire vivre du même sang, et leur partager, comme frères, les produits de la double élaboration des deux estomacs; ce sera le cas des deux jumeaux (fig. 17, pl. 19).

Si la bifurcation a lieu sur des dimensions plus grandes que les deux embryons ne puissent se développer sans se presser l'un contre l'autre, c'est alors qu'ils seront dans une telle proximité qu'ils se souderont entre eux par les surfaces qui sont en contact plus intimement cette compression. Cette association intime ne saurait se produire entre parties qui, en cette position, sont en contact immédiat; et dès lors il est impossible que les deux embryons puissent s'associer à tête-bêche, et autrement, à côté, ou dos à dos, ou ventre à

ventre. En effet, émanés du même cordon ombilical, c'est-à-dire de la même cause médiate d'organisation, les deux jumeaux doivent être animés de la même impulsion, être dépositaires des mêmes tendances et se développer sur le même type, et partant dans la même direction, comme deux vésicules accolées qui ont la même base et le même sommet; c'est dire que les deux jumeaux embryonnaires doivent être de même sexe et occuper dans l'espace la même position, bases pelviennes l'une contre l'autre, et sommités céphaliques à l'opposé. En remontant même plus haut dans l'origine de leur développement, et alors que les deux jumeaux n'étaient encore que deux vésicules accolées dans une vésicule commune et maternelle, nous trouverons, si nous voulons nous représenter le fait d'une manière graphique, nous trouverons la formule de cette organisation dans le tracé de la fig. 15. pl. 19. (ch) étant le chorion, (am) étant l'amnios, (f) sera la vésicule fœtale grosse de deux fœtus à l'état vésiculaire, et tenant elle-même à l'amnios (am) par un hile (h) ou cordon ombilical. C'est de cette époque que datent les adhérences futures des jumeaux; car c'est de cette époque que les organes manifestent leurs tendances, qu'ils éprouvent des obstacles dans leur développement ou des perturbations dans leur marche.

Mais, effets de la même cause, résultant de la même impulsion, ils se trouveront en place de la même manière, les extrémités de même nom situées du côté du même pôle de la vésicule fœtale (f). Or cela étant ainsi, lorsque les résultats seront devenus appréciables à nos yeux, nous trouverons que la soudure a eu lieu ainsi que l'indique la théorie; le côté gauche de l'un se confondant avec le côté droit de l'autre, comme sur la fig. 14, pl. 19; 1° soit complètement, depuis le bout des pieds jusqu'au sommet de la tête, cas dans lequel le fœtus double aurait trois jambes, la médiane asymétrique, deux bras libres, et une tête portant plus ou moins profondément les linéaments des deux; 2° ou bien incomplètement, et alors tronc contre tronc, en sorte que le double fœtus aura à l'extérieur quatre bras, quatre jambes, deux têtes distinctes, et à l'intérieur, ou deux cœurs, ou deux estomacs, ou un seul cœur et un seul estomac, ou quatre poumons ou deux, selon que la fusion organique aura pénétré plus profondément dans la substance de l'un et l'autre; et le fait de *Ritta-Christina* rentrera dans l'un de ces types; 3° ou bien enfin la fusion s'étendant de proche en proche rapprochera les deux ju-

AGE QUELCONQUE, DES ORGANES ANALOGUES A LA VÉSICULE OMBILICALE DES OISEAUX ET A LA VÉSICULE ALLANTOÏDE DE CERTAINS MAMMIFÈRES ? — On n'établit point des rapports analogiques par des déplacements. Un organe ne saurait être l'analogue d'un organe qui occupe dans la charpente animale une autre position. Pour qu'il existe une analogie incontestable entre deux choses, il faut qu'elles se trouvent situées dans la même circonscription, émanant de la même origine, et présentant sinon les mêmes formes physiques et la même composition chimique, du moins des rudiments des unes et des traces de l'autre. Pour qu'une pièce de l'œuf humain soit considérée comme l'analogue de la vésicule ombilicale du fœtus de l'oiseau, il faut qu'elle soit située à la naissance du cordon ombilical et sur l'abdomen du fœtus, et qu'elle soit infiltrée de sucs oleagineux qui en constituent la majeure partie. Pour qu'une pièce de l'œuf humain puisse être considérée comme l'analogue de l'allantoïde de la vache, du chien, du cheval, il faut qu'elle soit vésiculaire et remplie d'un liquide analogue à l'urine; elle ne saurait exister en germe, car elle n'est qu'une expansion de l'ouraque, un dédoublement du chorion; elle n'est telle que par l'effet du liquide qui la distend et qui lui vient de la vessie à travers le cordon ombilical; un effet purement mécanique n'existe point à l'état rudimentaire, et comme un germe d'un développement futur.

À ce prix, l'organe signalé par Velpeau comme étant la vésicule ombilicale dans la pièce (d, fig. 9, pl. 19) de l'œuf humain, ne saurait jamais être la vésicule ombilicale. Nous avons fait voir plus haut (2056) à quoi elle se rapportait.

Mais le corps réticulé (e) que le même auteur désigne sous le nom d'allantoïde, n'offre pas l'ombre d'analogie avec l'allantoïde des animaux; et ce n'est pas parce que l'on trouve quelquefois, dans l'allantoïde des chevaux, un corps feutré que l'on nomme *hippomane*, ce n'est pas sur un rapport aussi éloigné qu'on peut voir un analogue de l'allantoïde dans un corps quelconque, qui apparaîtra réticulé à l'œil nu; ce n'est pas sur un accident que l'on fonde une loi générale. Nous ne cherchons pas à décider de la nature et de l'origine de l'organe (e), que Velpeau a fait dessiner entre l'amnios et le chorion de l'œuf de la fig. 9, pl. 19. Mais nous allons établir, d'une manière péremptoire, que cet organe ne saurait prendre le nom que l'auteur lui a imposé. L'allantoïde des animaux n'est jamais située dans le dédoublement de l'amnios et du chorion, mais bien dans l'épais-

seur du chorion même et à l'extrémité ombilicale. Donc ce corps réticulé n'est pas l'allantoïde, et ne peut être considéré comme un accident et un cas malade; il n'est pas une surface épuisée de l'amnios même. Car on a tort de se représenter l'œuf de la vie embryonnaire, le chorion avec la ténuité qui les caractérise plus avancée de la gestation. Dans les premiers mois est aussi épais proportionnellement l'albumine de l'œuf de poule, et le chorion est aussi épais que l'amnios. Lorsque l'œuf se développe, le chorion s'amincit, en sacrifiant ses sucs embryonnaires; son tissu devient réticulé et spongieux; comme les fruits qui germent, il perd, dans des couches externes, se dépouillant en dedans de cette surface épuisée trop vite, et formera autour de l'amnios une membrane et comme un feutre interposé. L'amnios ne peut pas présenter le même phénomène, car de présenter le même phénomène, ce serait se dépouiller en dedans de cette surface épuisée trop vite, et non l'opposé. Enfin on ne concevrait pas que l'urine de l'animal vienne jamais à se rendre entre l'amnios et le chorion. Velpeau est donc insoutenable; car ni sur l'analogie de forme, ni sur la composition.

2067. QU'EST-CE QUE LA VÉSICULE OMBILICALE AVANT LA FÉCONDATION SOUS LE NOM DE PÉRICOME ? — Dans l'œuf des oiseaux, la portion de l'embryon qui n'est pas couverte de jaune, par son cotylédon ombilical, c'est l'amnios et le chorion intimement plus qu'avant la fécondation, chez les mammifères, on aperçoit le périsperme enclavé, et le chorion, dans le test beaucoup plus épais que le jaune.

2068. QUE SONT LES CORPS D'OS ? — La détermination des organes du fœtus se garde de chercher à dénommer, mais se cherche à saisir leurs rapports entre eux, surtout avant d'avoir résolu à élucider le problème suivant : La topographie de l'adulte étant connue, se représente-t-elle en passant de la gradation de formes, se représente-t-elle la place que le même organe occupe dans la forme qu'il revêtait, si l'animal

du fœtus ou de l'embryon observé. J'avoir procédé de cette manière, que registes ont adopté le nom donné par x préminences abdominales que l'on certain âge du fœtus; et ce nom une, les auteurs l'ont appliqué à deux nes; les uns ayant pris pour les corps eux grâmes des membres pelviens, iments tuberculaires des jambes, et vec Oken, ayant appliqué ce nom aux de la colonne vertébrale plus avan- lation que la portion médiane anté- lérieure.

VÉSICULE ÉRYTHROÏDE (d, pl. 19, fig. 11) EST-ELLE UN ORGANE NORMAL?—Non; e ces faits qui manquent de tant de s, qu'on ne devrait jamais s'amuser r.

### s de l'ovule végétal et de l'œuf animal.

logie anatomique ne signifie pas iden- e et durable de forme et de dévelop- is identité de cadre et d'origine; la si succède est l'effet d'une différence In exposant à chaque question les re présentent entre elles les formes les formes animales, notre but n'a pu les différences qui plus tard les dis- confondre les tendances qui les ani- oussent les unes dans cette direction dans une autre. Nous n'avons jamais r les divergences, mais au contraire

remonter par les divergences jusqu'à la conver- gence, de même que des rayons au centre, où toutes ces lignes divergentes se confondent en un point qui est leur origine et leur unité. Nous n'avons donc jamais formulé la question de la manière ridicule suivante : Végétal = homme; topinambour = Harvey 1<sup>er</sup> ou Harvey 2<sup>e</sup>. Le pu- blic ne nous a jamais prêté une telle sottise, qui ne saurait évidemment sortir que d'un novice dans l'art d'observer et d'écrire, ou d'un homme payé tout exprès pour cela. On ne force ni on ne démontre l'analogie, on la signale; et dès ce mo- ment il faut bien l'accepter, sous peine d'être ab- surde et de nier ce qu'on voit. Que m'importe que votre orgueil soit humilié d'apprendre que, dans le principe de votre noble existence, vous, et la trame de votre habit brodé, avez commencé par n'être qu'un tout petit globule, qu'aurait méconnu l'œil même de sa mère; une petite vésicule sans nom et sans dimensions appréciables? Pour moi, je suis fier de penser que la nature, notre forte et puissante mère, nous ait élevés si haut dans le cadre de la création, en nous faisant sortir de si peu de chose; que de la même boue pétrie entre ses doigts avec un peu de sa salive, elle ait d'un souffle fait éclore l'homme qui la comprend, et d'un autre souffle le végétal qui me nourrit ou le ciron qui me ronge. Ces considérations ne sont effrayantes que du point de vue d'un canapé; elles deviennent d'autant plus sublimes qu'on les con- sidère de plus haut. Que les petits esprits se ré- cuseut en semblables circonstances; ce n'est pas pour être aperçus par eux, que la nature s'est faite grande.

### 2071. OVULE VÉGÉTAL.

organisée, tenant par un hile plus ou gé à la surface de la cellule du péri-

stationnaire jusqu'à ce que le pollen ait imprégné le stigmate de l'ovaire. impose essentiellement, avant la fé- d'une enveloppe externe épaisse et interne, dans le sein de laquelle doit ryon.

la fécondation, l'enveloppe externe à peu de ses sucs, s'amincit, et finit les caractères et le nom de test.

ile interne profite de l'élaboration et fu test, à la paroi duquel elle tient nommé *chalaze*, pour s'épuiser à son

### OEUF ANIMAL.

1° Cellule organisée tenant par un hile plus ou moins visible à la paroi de la cellule de l'o- vaire.

2° Il reste stationnaire jusqu'à ce que le sperme du mâle ait imprégné l'ovaire.

3° Il se compose essentiellement, avant la fé- condation, d'une enveloppe externe épaisse et d'une cellule interne, dans le sein de laquelle doit se développer l'embryon.

4° Après la fécondation, l'enveloppe externe s'épuise peu à peu de ses sucs, s'amincit ou s'ossi- fie, et finit par prendre les caractères et le nom de *chorion* ou de *coquille*.

5° La cellule interne profite de l'élaboration et du sacrifice du chorion, à la surface duquel elle tient organiquement par une portion de sa péri-

tour tôt ou tard au profit de l'embryon, elle prend le nom de *périsperme* ou d'*albumen*.

6° L'embryon est, avant la fécondation, une vésicule indéterminable, émanée de la paroi interne de la vésicule périspermatique, et qui y tient organiquement par un hile lequel devient un cordon ombilical.

7° A l'approche de la fécondation, et pendant les premiers temps de la maturation, tous les tissus de l'ovule, et quelques uns de l'ovaire, se colorent en purpurin par l'acide sulfurique, et renferment par conséquent en abondance du sucre et de l'albumine.

8° L'embryon commence toujours par une vésicule.

9° L'ovule, dont l'embryon est devenu apte à éclore par la germination, prend le nom de *graine*.

10° L'embryon organise en miniature se nomme *plantule*.

11° Germination, ou développement de la graine loin de la plante maternelle.

12° Gemination, ou développement de la *gemme* parasite sur le rameau qui l'engendre.

phère, c'est alors l'albumen des œufs s'épuise à son tour au profit de l'embryon, et elle amincit ses parois, et prend le nom de *vésicule* ou *membrane de l'anné*.

6° L'embryon est, avant la fécondation, une vésicule indéterminable, émanée de la paroi interne de la vésicule périspermatique, et qui y tient organiquement par un hile, lequel devient un cordon ombilical.

7° A l'approche de la fécondation, et pendant les premiers temps de la maturation, tous les tissus de l'ovule, de l'ovaire et de l'utérus se colorent en purpurin par l'acide sulfurique, et renferment par conséquent en abondance du sucre et de l'albumine.

8° L'embryon de l'adulte le plus commence toujours par une vésicule.

9° L'ovule, dont l'embryon est devenu apte à éclore par suite de l'incubation, prend le nom de *œuf*.

10° L'embryon prend le nom de *foetus* dès que ses formes commencent à se dessiner d'une manière distincte.

11° Incubation ou développement de l'œuf dans le sein de la mère.

12° Gestation, ou développement de l'embryon parasite sur la surface de l'utérus.

### 13° RÉSUMÉ SYNONYMIQUE.

#### Végétal. Animal.

Ovule = ovule.

Graine = œuf.

Pollen = sperme.

Ovaire = ovaire.

Empâtement de la gemme = placenta ou branchie fœtale.

Test = coquille ou chorion.

Périsperme = albumen ou amnios.

Chalaze = adhérence de l'amnios et du chorion.

Cordon ombilical = cordon ombilical.

Embryon = embryon.

Plantule = foetus.

Cotylédon = jaune ou vésicule ombilicale.

Germination = incubation.

Gemination = gestation.

Fécondation = conception.

Dissémination = parturition.

Végétation = animation.



un mot, identité d'origine, différence et d'impulsion, et divergence de développement en proportion de la dis-

us venons de démontrer. en ayant soin  
yer la réfutation que dans le but de  
er la marche de l'observation, et de  
u moyen d'une explication de détail,  
nouvelle. Mais, par le temps qui court,  
observateurs indépendants ne saurait  
; on sait la leur rendre plus difficile.  
s nos lecteurs de croire que nous ne  
sais descendu à relever les bizarres  
qui seront le sujet de la réponse sui-  
les avaient circulé sous la simple ga-  
l'auteur qui les publie. Notre leçon  
ceux qui prodiguent l'argent des  
les et celui des fonds Monthyon à de  
brations; elle sera la dernière de ce

### Réponse spéciale à M. Coste.

e faut bien, monsieur, puisque vous  
ce tant d'insistance; excusez-moi, si je  
si tard; vos attaques, à ce qu'il paraît,  
sez grand détour, avant d'arriver à  
e; je ne me trouve pas souvent, vous  
né à la foule, devant laquelle vous  
les lettres que vous m'écrivez; il faut  
le hasard qui me fournisse l'occasion  
le trouve une nouvelle attaque, qui est  
de ce genre, dans un livre que vous  
de publier; et elle occupe presque le  
dume; ce livre est intitulé : *Embryo-*  
*parée*. Je ne viens pas ici juger, ni de  
l'ouvrage ni de la promesse du titre.  
voulu avoir quelque chose de commun  
ur de l'*Anatomie comparée*, avec  
i, dites-vous, *la veille de sa mort*,  
à l'instant de son agonie, vous entre-  
spérances que vos travaux lui faisaient  
je prendrai seulement la liberté de  
observer qu'il est fâcheux, pour le  
votre livre, que l'homme puissant soit  
rtout que le legs qu'il vous a laissé ne  
ntenu dans un testament olographe.  
nous donc de vous lire et de discuter  
ons, comme si Cuvier ne vous avait pas  
ce.

ntinuez à répéter, monsieur, que j'ai  
épondre à vos questions et d'entrer en

lles avec vous, de soutenir enfin une thèse sur la  
question que vous traitez. Vous savez mieux que  
personne que le fait est inexact; permettez-moi  
de le rétablir d'après des dates positives.

Le travail qui a provoqué de ma part la critique  
qui, depuis bientôt trois ans, paraît troubler  
votre sommeil et mêler un peu d'amertume à la  
coupe dont vous enivre le pouvoir; ce travail,  
écrit de votre propre main, fut inséré en entier  
dans le *journal* que je dirigeais, dans le *Réfor-*  
*mateur*, n° 320, 25 août 1835. Huit jours plus  
tard, le *Réformateur* inséra, avec la même com-  
plaisance, une petite diatribe que vous adressiez  
à l'Académie contre Velpeau. Huit jours après, le  
rédacteur des séances rendit compte, presque sous  
votre dictée, de la réponse de Velpeau, et ce  
compte rendu était malheureusement à votre  
avantage. Huit jours après, votre réponse à Vel-  
peau fut insérée, comme vous l'aviez transmise  
au rédacteur de nos séances; elle occupe trois  
colonnes du bulletin. Le lendemain, on accompa-  
gna la lettre de Velpeau d'une réponse de Thomp-  
son, réponse encore qui vous donnait gain de  
cause. Les pièces du procès étaient placées sous  
les yeux du public; j'avais laissé à notre collabo-  
rateur une latitude sans bornes, dont il avait fait  
usage de la manière la plus avantageuse pour vous;  
j'avais rendu hommage à la liberté de discussion,  
au principe de la liberté illimitée de la presse; je  
vous avais laissé peut-être trop longtemps juge  
dans votre propre cause, pour ne pas déplaire à  
notre collaborateur, auprès duquel vous sollicitiez  
alors comme auprès d'un ministre, sorte de talent  
que je ne puis vous contester. Mais il m'était per-  
mis dès lors, monsieur, de chercher à mon tour à  
rendre hommage à la vérité, et de revenir sur  
une question, dans laquelle on vous avait laissé  
une latitude un peu insolite en mon absence. Je  
publiai donc, le 18 septembre, dans le bulletin du  
*Réformateur*, un examen critique des opinions  
que vous opposiez à Velpeau, et je signalai mon ar-  
ticle. Cet article, monsieur, motiva de votre part  
des démarches fort actives pour me ramener dans  
vos doctrines; notre collaborateur vint en per-  
sonne lâcher de m'expliquer et de me démontrer  
le mérite de vos découvertes; vous m'adressâtes  
une réponse; elle était conçue dans des termes  
polis; elle fut insérée textuellement le 21 septem-  
bre, accompagnée de mes notes en marge. Je ne  
sais pas ce qui se passa sur ces entrefaites; mais il  
paraît que mes notes, dans la rédaction desquelles  
vous ne sauriez signaler un mot de répréhensible,  
produisirent quelque effet de nature à vous faire

perdre le calice, qui sied si bien à toute discussion dont l'objet est l'étude de la création; le bruit courut qu'à la lecture de ma réponse, l'Académie, jusques alors si bienveillante envers vous, vous avait retiré un encouragement de quatre mille francs, qu'elle avait été jusque-là disposée à vous adjuger sur les fonds Monthyon, d'après la proposition de votre maître Blainville. Si cela est, monsieur, il faut que vous soyez bien sensible à l'endroit de l'intérêt, et je me rends compte de votre colère si subitement allumée. Quoi qu'il en soit, votre deuxième réponse, rédigée sous une aussi fâcheuse impression, n'était pas de nature à être insérée; non pas, monsieur, que j'eusse quelque chose à redouter des insultes que vous vous y permettiez; mais j'étais dans une position telle, que j'aurais eu l'air, en y répondant, de commettre une lâcheté, et en les endurant, de déverser, sur ma réponse, l'intérêt qui pouvait s'attacher alors à ma position; ce n'est point avec de pareilles armes que je désirais vous répondre; voilà, monsieur, ce qu'on ne conçoit bien qu'avec le cœur. Je pris donc le parti de laisser de côté vos injures, et de vous rappeler à la question. J'insérai, le 25 septembre, ce qui était digne d'insertion dans votre lettre, et la discussion finit là; aux yeux du public, elle n'avait pas besoin d'être continuée (\*).

Vous en jugeâtes autrement; votre diatribe, à l'effet de laquelle vous attachiez un si grand prix, fut imprimée textuellement, on dit même officiellement; elle fut distribuée à profusion dans votre cours, à l'Académie des sciences, dans les rues peut-être, enfin partout où il m'était impossible alors de me trouver. Vous êtes sans doute le seul à ignorer l'effet qu'elle produisit dans le public; que vous importe, du reste? l'effet a été plus heureux au ministère. Vous avez une compensation à laquelle vous attachez un grand prix; aux yeux de Guizot, vous êtes devenu un grand savant; aux yeux de Blainville, vous êtes devenu un personnage; vous avez droit de vous asseoir chaque jour au banquet des subventions; c'est vous qui nous l'apprenez en ces termes: « Après avoir mis à notre disposition ses laboratoires et les richesses de ses collections, M. de Blainville a bien voulu intéresser le gouvernement, par l'intermédiaire du Museum d'histoire naturelle, au succès de notre entreprise; et sur la demande des professeurs de cet établissement, le ministre de l'instruction publique, M. Guizot, à l'exemple de l'Institut, s'est empressé de mettre à notre

« disposition une somme assez con-  
« réunie à celles que nous avions  
« consacrées à nos recherches, et  
« d'établir, sur des bases assez solides,  
« pérons du moins, la science de  
« essayer d'exposer les principes, et  
« ne se sont pas arrêtées là; vous  
« mille francs pour aller chercher de  
« magne et en Angleterre; on vous  
« rants responsables pour assurer  
« vos leçons et de vos attraits, et  
« pour vous traduire en bon style,  
« pour vous accompagner dans vos  
« saines excursions, afin de surpren-  
« ment sur le fait cette nature, qui  
« plonger dans le nulla, dès qu'elle  
« à vos regards. Oh! vous avez raison  
« observer; vous offrez avec Harvey  
« logie incontestable; Charles Ier, roi  
« fut moins magnifique envers cet  
« embryologiste, qu'on ne l'a été en-  
« a plus, monsieur, la presse tient la  
« pelles à votre disposition; les au-  
« l'invitent en votre faveur. X  
« cache également, et le nom du ré-  
« ticle, et le prix de l'annonce. Or  
« pour nous, la presse presque  
« fermée par ordre, et que désormais  
« par ce côté de la publicité que ne  
« votre bonne fortune; et avec tout  
« encore à nous! et du fait ou  
« placent, vous jetez encore un re-  
« sur ce coin de terre ignoré, où,  
« la science, assez roturier pour  
« écrire et comprendre le latin, ne  
« traint, nous, d'observer à nos frais,  
« par les poules françaises, de ré-  
« propre main nos écrits, de prendre  
« de notre bout de crayon; oh! si  
« vous croyions pas capable, sans  
« acte de modestie. Mais puisque  
« fait que de déroger aux hautes  
« vez votre ouvrage, et cessez de  
« leurs officiels que nous refusons de  
« d'entamer une discussion avec  
« biastoderme, sur votre *oviscule*  
« votre *atlantide*, etc.; car cela  
« vous le savez bien.

Mais ces sortes de discussions n'ont  
bles que dans une réunion publique  
juges compétents, de médecins,  
d'élèves de nos écoles savantes;  
carte au chapeau, monsieur, afin

(\*) Voyez en outre le *R. savant*, 9 octobre, n° 345.

os maîtres ne se sont pas chargés de composer un auditoire. A ce prix, puis aujourd'hui me rendre à votre dans mes cours, je vous ai assez de me l'adresser, je vous ai assez de montrer en public les faits que je vous réitère ce défi, et je pose la question en ces termes : Les travaux que vous avez publiés depuis la mort de mon père les productions les plus incomplètes et les plus erronées qui aient jamais été publiées en embryologie. Voilà la thèse générale. Positions particulières : 1° *Vous prétendez que le cordon ombilical vient s'insérer sur le chorion pour former une sorte de sac à une certaine époque et libre de toute adhérence avec le chorion.* Nous vous défions de nous montrer cela sur un œuf quelconque ; mais nous ne sommes pas, sur un œuf disséqué en public. 2° Ce point de votre livre nié, et qui n'est plus qu'un tissu d'erreurs, et dont les opinions découlent de cette erreur

mon, vous le savez, n'était engagée que sur l'étrange idée que vous avez eue du développement du cordon. Nous nous vous avons répété à satiété ce que nous avons dit dans notre dernier cours public, et que nous avons dit dans ce local où vous deviez en ouvrir une autre à quoi nous avons consenti de nous opposer ; car, vous le savez, monsieur, nous sommes partisan de la liberté illimitée, et nous ne craignons jamais de la position avantageuse que nous occupons dans le casier, pour étouffer les réponses d'un homme qui n'a rien à débiter au ministère. Dites, monsieur, qui vous rémunèrent de se montrer ainsi ?

Monsieur, de vous donner une leçon et de vous citer des dates ; permettez-moi de vous donner une sur l'art d'observer et de décrire les phénomènes ; je le fais maintenant à la main. Dans la portion que vous m'avez lue, vous avez tronqué mes phrases, supprimé à votre fantaisie ce que vous n'avez pas voulu imiter. Vous discutez là où on ne discute que quand on doute. Il n'y a pas le moindre doute, je ne discute pas ; vous expliquerez la cause de vos erreurs, et le public vérifiera tôt ou tard et jugera pour moi ; et les contribuables auront un moyen, pour évaluer le pouvoir de l'ar-

AL. — TOME II.

gent ministériel, en fait de découvertes scientifiques, quand cet argent est distribué par certaines mains et à certaines conditions. Je commence.

Voilà bientôt sept ans que vous nous parlez de vos longs travaux en embryologie ; et quoique vous ne nous ayez pas révélé le chiffre auquel s'est élevée la munificence ministérielle et académique, on peut, sans exagérer, le porter, au moins pour cette année, à une trentaine de mille francs. Vous avez pu immoler, sur l'autel de vos observations, cent lapines, une cinquantaine de brebis, etc. ; et au bout de ce long et laborieux enfantement, vous donnez à la science un premier volume accompagné d'un atlas de 10 planches, et vous nous en annoncez un second, pour lequel vous ne possédez pas encore un seul dessin, ni une seule note (à l'instant (15 novembre) où je vous écris ces mots, que vous lirez peut-être avant l'épreuve). Votre atlas doit être couvert de figures nouvelles, de dessins d'organes inconnus ou mal figurés ! examinons-le et tâchons d'en faire l'inventaire. Votre première planche est au simple trait ; ce sont, dites-vous, des coupes théoriques. La seconde ne renferme pas une seule figure qui vous appartienne ; vous avez fait calquer les trois premières sur Éverard Home, bien mauvais observateur, quoiqu'il fût largement rétribué ; Velpeau avait copié cette figure dans son livre, bien avant vous, et c'est le même dessinateur qui vous a prêté son crayon à l'un et à l'autre ; les fig. 4-8 sont empruntées à Pockels ; Velpeau en avait déjà publié les principales, que nous lui avons empruntées bien réduites, mais pas encore à leur juste valeur, dans un tout petit coin de notre pl. 19, fig. 10 et 11. Ainsi rien de votre fait sur la pl. 2.

La pl. 3 renferme encore 2 figures calquées sur Hunter ou plutôt sur Velpeau, qui nous en a donné une, laquelle était suffisante ; nous y trouvons à la vérité 6 figures qui vous appartiennent ; elles représentent les deux seuls œufs humains que vous ayez jamais disséqués de votre vie ; nous en apprécierons l'importance plus bas. La pl. 9 et la pl. 10 sont calquées sur les figures d'Owen et les reproduisent dans tous leurs détails ; elles représentent l'ovologie du kangaroo et de l'ornithorhynque ; et vous avez la bonne foi d'en avertir vos lecteurs, ce que, d'après Owen, vous auriez dû ne pas oublier dans la séance du 30 octobre (Académie des Sciences). De ces 10 pl. il vous en reste donc en propre 5, l'une consacrée à l'ovologie du chien, l'autre à celle du lapin et trois à celle de la brebis.

Or, monsieur, il n'est pas un seul anatomiste qui ne soit en état de vous dire, que ce que vous figurez sur ces cinq planches, n'ajoute pas l'ombre d'une nouveauté aux dessins d'embryologie que possède la science. Et de tout cela un seul homme est en droit de réclamer une certaine part de gloire : c'est Chazal, votre habitué dessinateur ; mais il pourrait dire mieux que personne lui-même que ce n'est pas la première fois qu'il a dessiné ces objets. Il est déplorable, monsieur, je vous le dis la main sur la conscience, de consacrer un si beau talent d'exécution à des répétitions semblables, et d'aussi beaux dessins à asséoir vos idées, qui ont certainement le mérite de la nouveauté. Quant au texte, monsieur, de même que vous avez augmenté le nombre de vos planches avec les planches d'autrui, vous semblez n'avoir fait votre livre qu'avec les pages d'autrui, que vous citez longuement, et puis avec de longues diatribes, tantôt contre celui-ci, tantôt contre celui-là ; ensuite contre Velpeau, qui a eu le mérite de publier, sur l'œuf humain seul, cinq fois plus de figures originales que vous n'en publiez, originales ou non, sur six animaux différents ; enfin et surtout contre moi. Et dans ce mélange de citations et d'attaques, vous glissez de temps à autre quelques mots sur vos découvertes, ce qui les rend très-difficiles à découvrir pour vos lecteurs. Voici la formule la plus claire, par laquelle il me soit possible de les rendre.

« L'embryon, dans le principe, présente deux parties distinctes, ou mieux deux lobes, un petit elliptique, et l'autre plus grand, qui est la vésicule ombilicale. Bientôt, du côté de la queue, le point du pourtour du rétrécissement se projette hors du bassin, et prolonge la vésicule blastodermique, comme l'appendice cœcal prolonge l'intestin ; ce *cul de-sac* est l'allantoïde. A mesure que l'allantoïde acquiert du volume, elle tend à s'appliquer sur la surface interne de la membrane vitelline (chorion), avec laquelle elle se confond de plus en plus, et, par l'intermédiaire de celle-ci, à s'accrocher sur un ou plusieurs points des parois internes de l'utérus, pour former le placenta. Le pédicule de la vésicule ombilicale s'unit à celui de l'allantoïde ; et ces deux organes subissent une torsion spirale qui les convertit en cordon ombilical ; en sorte qu'à une époque l'embryon est sans communication directe avec ses enveloppes, et que le cordon ombilical à une certaine époque ne tient pas au chorion. Le feuillet externe de l'allantoïde constitue plus tard l'am-

» nion. » Ce sont en substance choses vraiment étranges (c'est ce que vous ne redoutez pas de publier sous les auspices de certains noms. Tout ce que vous ajoutez est de cette force ; j'en ai assez. Avec ces chimères embryologiques, aujourd'hui se créer du positif en position sociale, mais je doute que les suffrages des moins habiles vous soient acquis. Mais comment voulez-vous que je réfute des choses semblables ? ou que par un mot, et ce mot est consacré.

Il est un fait qui renverse tout cela, c'est l'existence du cordon ombilical, tendez qu'il n'existe pas à une certaine époque, et que l'embryon est alors libre, et que vous ne pouvez pas le prouver. Vous me soumettez de vous prouver. Il me suffit de vous prouver que dans lesquels le cordon ombilical qu'à présent ni les anatomistes ni les physiologistes n'en rencontrent d'autres. Vous nous dites que ces œufs sont trop avancés en âge pour nous commun quer les vôtres, et que vous ne pouvez pas les examiner ; fermez l'oreille ; seulement vous ne pouvez pas cette faveur à un anatomiste de vous prouver. Je voudrais juger de la valeur de notre malheureusement on trouve que l'œuf est bel et bien au chorion ; sur ce point, j'ai répondu que cet œuf humain n'était pas assez jeune. Eh bien ! je vous prouve vingt-cinq fois le même fait, qui est d'être un œuf humain dont l'embryon est encore attaché aux enveloppes. Je vous adressai cette invitation, à vous adresser officiel et doublement patente, par métaphore, vous n'aviez encore vu que des œufs humains. Il y a de cela dix-huit années. Vous avez dû vous munir d'une collection plus considérable de ces œufs ; demeure ; nous sommes prêts à vous en prouver comme vous, monsieur, et difficile de rencontrer des œufs humains assez jeunes, pour remplir les vœux que vous exigez. Je conçois encore que vous qui avez permis d'immoler des hécatombes embryologiques, ne soit pas satisfait ; mais pourquoi chercher si loin et si longtemps la solution d'un problème qu'il est si facile de résoudre avec les œufs de nos basses-cour, monsieur, trouver des œufs qui aient permis d'immoler des hécatombes que les œufs non encore couvés ? ou de voir de vos propres yeux, maintenant

1, et en suivant le procédé ci-dessus 3), procédé tout simplement culinaire, et voir que le germe ou vésicule de l'œuf est au jaune organiquement; que le blanc est au blanc organiquement et par un cordon (fig. 22, pl. 19), qui plus tard (fig. 20, pl. 20) constitue le cordon ombilical. 2° Sur l'œuf le plus jeune que nous ayons observé, le cordon ombilical existe; il est au point de communication à l'œuf. Voilà des sujets, ne nous les refusez pas; mais pas par écrit, car il est possible que vous éprouviez quelque chose de l'intérêt à nous les décrire; mais, je ne puis franchement, je n'ai ni plaisir ni peine à répondre; je suis fâché de vous le dire, mais sans que cela n'en vaille pas la peine, j'essayerai de faire mieux. Voilà la question où vous avez tort de sortir, pour nous expliquer ce que vous entendez par *blastoderme*, *embryonnaire*, par *membrane adhésive*; à peu près comme un homme qui en nous montrant le poing : Devinez-moi ce qui est dans la main.

3° Maintenant que vous avez daigné nous le montrer, et nous montrer ce que vous serrez la main, il nous sera facile de vous expliquer ce que vous croyez tenir; et afin d'une manière plus intelligible pour nous, nous nous sommes décidé à vous copier, à copier deux des dessins dont est votre livre; vous les reconnaîtrez (fig. 12 et 13 de notre pl. 19). Nous y avons une figure infiniment réduite d'un œuf de brebis, telle qu'on la trouve non pas dans l'œuf, mais dans presque tous les ouvrages de bryogénie. Ces trois figures nous serviront à vous expliquer ce que vous croyez

l'œuf des mammifères non fécondé, à avoir une membrane externe que vous appelez membrane vitelline, une masse granuleuse que vous comparez à celle que vous avez trouvée dans l'œuf des oiseaux. Vous faites en cela une triple erreur; votre membrane vitelline et votre masse granuleuse appartiennent à la substance de la même enveloppe, et sont à cette époque proportionnelles à la substance interne; c'est le chorion futur. Désignez sous le nom de vésicule de l'œuf l'amnios central, l'amnios à cette

époque organisé et non épuisé; c'est l'analogue du péricarpe non encore fécondé des plantes, et de l'albumen de l'œuf des oiseaux : la vésicule de Purkinje est le germe bien visible appliqué sur le jaune ou vitellus des oiseaux.

2° Dans l'œuf après la conception, ce que vous désignez sous le nom de membrane externe est le chorion aminci sur son pourtour; et votre vésicule blastodermique est l'amnios non encore épuisé; c'est l'analogue du blanc de l'œuf. Il ne faut pas croire, en effet, que le développement organique soit une permutation continuelle d'organes, un changement à vue, pour ainsi dire, comme nos publications actuelles ne sont le plus souvent qu'un changement de nomenclature. Ce que nous voyons grand a commencé par être petit, et ce que nous voyons petit a commencé par être infiniment petit; voilà ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, si l'on désire n'être pas exposé à prendre les termes de la progression organique pour autant d'existences indépendantes et éphémères.

3° Il paraît que c'est sur l'œuf de la brebis que vous avez assis pour la première fois vos idées; eh bien! monsieur, vous avez été malheureux dans votre choix. Cet œuf, qui porte des cornes, vous a trompé par cette structure exceptionnelle. Ce que sur vos figures vous prenez pour l'allantoïde est tout simplement le placenta qui commence à devenir vasculaire, et dans le sein duquel, plus tard, doit se former l'allantoïde; et ce que vous indiquez sous le nom de vésicule ombilicale double, est la charpente organisée de chacune des cornes de l'œuf; c'est sa moelle, si je puis m'exprimer ainsi; c'est l'organe par lequel chaque corne se développe chaque jour, et s'insinue dans la corne correspondante de l'utérus de la brebis. Si vous aviez étudié des œufs humains en plus grand nombre, à une époque de la gestation assez avancée, vous auriez pu trouver, dans la substance interne du placenta fœtal, de ces nervures tendineuses en grand nombre, qui, au même titre, deviendraient tout autant de vésicules ombilicales.

Soit, en effet, la fig. 18, pl. 19, de notre présent ouvrage. Dans le principe la portion (at) qui ici est réellement l'allantoïde pleine du liquide allantoïdien, dans le principe cette vésicule est perdue dans le tissu du placenta, qui ici s'étend en deux cornes (pc), et qui alors affecte la forme de l'allantoïde âgée et complète; et ces deux cornes ne sont autre chose que des prolongements non vasculaires, d'une grande blancheur, qui, à la



veille de la parturition, se feroient faute d'emploi, comme on le voit en ( $\beta$ ). Ce sont ces prolongements qui sont, pour ainsi dire, la germe et le bourgeon terminal de ce développement, et qui deviennent vasculaires, et poussent un cotylédon de plus (2055), à mesure qu'ils gagnent du terrain. Or tout développement a un centre d'élaboration; à l'âge avancé de l'œuf on voit ce centre comme médullaire en ( $\alpha$ ). Eh bien ! monsieur, c'est cette nervure centrale qui existe à toutes les époques, c'est elle-même, ne vous déplaise, que vous avez eu le malheur de désigner comme l'analogie de la vésicule ombilicale des oiseaux. Singulière analogie, qui assimilerait un double prolongement sortant du ventre de l'animal pour s'avancer avec les cornes de son œuf, à une vésicule dont le caractère, pour me servir des expressions des embryologues, est d'entrer dans le ventre du fœtus qui se développe. En vérité, monsieur, à vous entendre tant déclamer contre l'analogie qui n'est pas de votre fait, on ne se serait pas attendu à vous voir trouver de l'analogie entre ce qui sort et ce qui rentre.

Or, si votre erreur est de la sorte rectifiée, comme vous avez vu, en qui est vrai, qu'à toutes les époques l'embryon tient et à votre *allantoïde* et à votre *double vésicule ombilicale*, qui toutes les deux ne sont que le *placenta*, vous avez vu que l'embryon tenant à ses enveloppes par son ombilic, par son cordon ombilical, qui à toutes les époques est à l'endroit marqué ( $c$ ), sur la fig. 18, pl. 19 de notre ouvrage.

4<sup>e</sup> Passons maintenant aux deux seules figures dont vous ayez enrichi l'ovologie humaine, et que je vous ai empruntées sur la pl. 19, fig. 12, 15. La fig. 15 n'offre rien de si extraordinaire; Velpeau en a publié une vingtaine avec les accents de la vôtre. ( $c$ ) représente le chorion, ( $c'$ ) les villosités du chorion, ( $b''$ ) l'amnios; jusque-là tout est bien, vous êtes dans le vrai, qui est fort ancien. Vous voyez en ( $o$ ) la vésicule ombilicale; cette opinion est de Velpeau; nous avons démontré, je le pense, ce qu'elle pouvait être, mais surtout qu'elle ne saurait être la vésicule ombilicale (2056). Si dans l'œuf (fig. 19, pl. 19, de notre ouvrage) l'amnios ( $am$ ) ne s'était pas développé, qu'il fût resté en germe, il aurait été certainement pour Velpeau et pour vous la vésicule ombilicale. Mais voici une explication qui vous est propre; vous trouvez en ( $e$ ) le pellicule de l'allantoïde; et dans les vaisseaux ( $e'$ ), les vaisseaux allantoïdiens qui ramperaient sur la surface interne du chorion, et qui seraient les seules traces de la vésicule

allantoïde. Il faut, monsieur, que vous fassiez une bien singulière idée de la structure des organes, pour admettre qu'elle disparaisse sans ses vaisseaux, par son système vasculaire soit dans le vitre et de s'appliquer, comme un linge, à la surface d'un autre organe. Les vaisseaux que vous voyez la sont ceux qui arrivent au fœtus, qui sont une expansion des artères ombilicales; et l'allantoïde de cet œuf est dans votre imagination. Tâchez un peu de la montrer au public avec des caractères équivoques et moins bizarres.

L'œuf que nous avons reproduit sur la pl. 19, offre des caractères plus positifs. ( $c$ ) étant le chorion, ( $d$ ) ses villosités, l'embryon enveloppé dans son amnios, et d'après tout le monde, vous admettez que la poule ( $n$ ) est l'allantoïde et ( $o$ ) la vésicule. Mais sur quels caractères vous fondez-vous pour dire que ( $e$ ) ne serait-il pas la vésicule et ( $o$ ) votre allantoïde? Je leur trouve la même forme, la même position, le secret de la différence. Mais monsieur, avez-vous manqué une comparaison? n'avez-vous pas vu que l'allantoïde est aussi toute analogue? pourquoi ne les deux ampoules  $o$  et  $e$ , l'analogie des vésicules ombilicales que vous avez vue dans la brebis, sauf à nous placer l'allantoïde au lieu d'un quelconque du chorion, et gagner dont il ne reste plus de traces? Mais, monsieur, ces deux ampoules ne sont pas la même chose, car vous n'avez aucune raison pour dire, votre opinion est dépourvue de preuves. Ces deux ampoules ne sont pas la même chose, car vous n'avez aucune raison pour dire, votre opinion est dépourvue de preuves. Ces deux ampoules ne sont pas la même chose, car vous n'avez aucune raison pour dire, votre opinion est dépourvue de preuves. Ces deux ampoules ne sont pas la même chose, car vous n'avez aucune raison pour dire, votre opinion est dépourvue de preuves.

Est-il besoin de vous déterminer si vous avez vu? ne l'avez-vous pas deviné? ce que nous avons dit plus haut? mais vous y conduisez comme par magie, admettez, sans doute, que le même œuf dans le cas de renfermer trois am-

NEUVIÈME ESPÈCE.

Tissus vasculaires.

2075. Une des conséquences principales de la *théorie spiro-vésiculaire*, c'est que dans le principe, les vaisseaux de la circulation n'ont aucune paroi qui leur soit propre, et que leur capacité n'est formée que par le dédoublement des deux cellules contiguës, qui puisent leur nutrition dans le torrent qui coule contre leurs parois. Mais de même que ces sortes de dédoublements canaliculés s'ossifient et s'incrument de sels calcaires, et semblent dès lors acquérir une existence indépendante, de même les parois qui circonscrivent le torrent de la circulation, plus favorisées que les autres portions de la cellule, plus voisines de la source où l'élaboration puise ses matériaux; ces parois ambiantes, dis-je, doivent prendre un développement d'autant plus considérable, que la cellule à laquelle elles appartiennent se sera élevée à une plus grande puissance, et sera douée d'une plus grande énergie d'aspiration. Le vaisseau diminuera donc progressivement de calibre, à mesure qu'il s'éloignera du centre, et qu'il s'approchera des extrémités. Son *sumмум* d'accroissement sera vers le cœur, son *minimum* aux capillaires et aux lymphatiques; et sur les capillaires, il sera impossible de distinguer la ligne de démarcation qui le sépare de la cellule.

2076. Or, les parois aspirantes et expirantes doivent finir par prendre les caractères d'un tissu musculaire; et ce caractère se fait éminemment remarquer sur les vaisseaux d'un gros calibre. Mais la démonstration de cette dernière proposition suppose certaines notions que nous fournira l'analyse du sang; nous renvoyons donc à ce chapitre, sur toutes les questions qui tiennent au système vasculaire : liquides et tissus.

DIXIÈME ESPÈCE.

Tissus glandulaires.

2077. Nous avons fait connaître plus haut la structure intime de la glande lacrymale du lapin (1618) (pl. 18, fig. 1 et 2). Nous avons vu que cette glande est un emboîtement de cellules, enveloppées par une cellule générale, qui est elle-même renfermée dans une cavité, et libre de toute adhérence sur toute sa surface externe, à l'exception d'un point par lequel elle tient à la paroi de la cavité dans le sein de laquelle elle a pris naissance, et ce point c'est le *kite*, ou sou

deux sur l'œuf de la fig. 19. Allons, complaisance, ne niez pas cela. Mais vous pas, avec la même bonne foi, qu'il y a des cas, où deux de ces amnios se détachent, quand le troisième a une tendance à se développer? Or, si l'œuf, d'atrophie dans les deux tiers de ses dimensions, expulsé le vingtième jour, sous quel aspect apparaîtront les trois germes? exactement comme vous nous dites les avoir vus, implantés sur le chorion, comme trois boules, à travers l'une desquelles se développe l'embryon. Encore un petit mot, s'il est si je n'abuse pas de votre patience; n'avez-vous pas remarqué que ces trois amnios adhèrent également au chorion? or comment expliquer cette adhérence, si l'embryon ne se développe sur le chorion, comme l'admet votre doctrine, et si l'allantoïde est venue, de l'ombilic, s'implanter sur le chorion, et y adhère enfin? Vraiment la figure que vous donnez est en flagrante contradiction avec l'hypothèse, puisque l'embryon tient déjà au chorion, alors que votre allantoïde est libre et remplit l'espace opposé à l'embryon.

Adieu, monsieur; j'ai peut-être trop préjugé, en vous écrivant une lettre et mes lecteurs auront de la peine à comprendre l'importance que ma mission prête à ces discussions. Mais j'avais une leçon à donner à vous, monsieur, mais à vos Mécènes, l'importance est un fait, sinon un droit, qui ne pourrait se dissimuler; je l'ai mise à l'épreuve; mais ce sera pour la dernière fois; je ne répondrai désormais plus que par le silence. Vous m'avez dit tout ce que j'avais à vous dire; évitez des diatribes dans vos cours, et remplissez les lacunes de vos leçons orales; si il le faut, deux scribes de plus pour écrire et rédiger vos opinions, et s'en faire des gérants responsables. Pour moi je n'ai plus de scribes, ni Mécènes; il ne me reste plus de plume qui est occupé ailleurs à un autre endroit, et un public de lecteurs, pas assez riches pour me fournir les ressources nécessaires, et qui attendent de moi une chose qu'un cours élémentaire d'observation a pour votre unique usage. Je vous quitte, adieu à eux, qui n'auront peut-être pas le temps de lire ma réponse avant vous; vous m'en avez tout le temps d'en amortir l'effet et n'y tiens nullement.

R.

*cordon ombilical*. Eh bien ! c'est là la structure anatomique de toutes les glandes animales ; nous serions arrivé au même résultat , en prenant pour sujet d'études les glandes d'une tout autre région ; et si nous avons donné la préférence à celle-là , c'est uniquement parce que ses dimensions occupent le moins de place , et que son tissu est plus lâche et moins compacte. Mais prenez le thymus des jeunes veaux , les glandes salivaires et mammaires , les glandes ou capsules atrabilaires , les reins enfin eux-mêmes dans certains animaux , et vous aurez toujours devant les yeux . un organe libre enfermé dans une capacité cellulaire , aux parois de laquelle elle tient par son hile seulement ; un organe qui lui-même se compose d'une enveloppe générale recouvrant un nombre plus ou moins grand d'organes de moindre dimension , mais qui présentent le même type et le même genre d'insertion , qui renferment à leur tour chacun un certain nombre d'organes de même structure et de moindre dimension , et ainsi de suite , jusqu'à ce que le scalpel et l'œil soient arrivés aux dernières limites de l'observation. Enfin , la structure des glandes est la même anatomiquement que celle d'une masse adipeuse quelconque (1487) ; et ce qui est encore plus désespérant pour nos méthodes d'observation , c'est que , lorsqu'on peut arriver jusqu'à la cellule dernière en formation , on la trouve chez les glandes , comme chez le tissu adipeux , remplie d'une substance oléagineuse , qui s'échappe en gouttelettes à la surface de l'eau du porte-objet.

2078. Et pourtant chacune de ces glandes a une élaboration spéciale ; chacune d'elles préside à des sécrétions d'une nature diverse ; chacune d'elles fournit à l'élaboration d'un organe distinct , et préside à une fonction de la vie ; c'est-à-dire que la science actuelle ne découvre les différences des glandes que dans leurs effets et non dans leur essence , dans les résultats de leur élaboration , et non dans leur mécanisme ou dans leur structure , dans leurs sécrétions enfin et non dans leur composition.

2079. C'est le même liquide , c'est le même sang qui fournit à l'élaboration de toutes les glandes ; les vaisseaux arrivent , veines et artères , à leur *hile* , pénètrent et répandent par ce point , sur toute la surface de l'enveloppe externe , d'où ils pénètrent , par le *hile* encore , dans les enveloppes secondaires , puis de la surface de celles-ci dans les enveloppes tertiaires , et toujours encore par le *hile* de celles-ci , et cela jusqu'à la dernière de toutes , à celle qui élabore , et dont les dimensions

exiguës ne se prêtent plus à une vue appréciable.

2080. Appliquons à l'étude des glandes la méthode nouvelle d'induction , qui prend l'un de ses plus grands états de développement , quand par la pensée , de dégradation en dégradation , jusqu'aux dimensions qu'il revêt à sa naissance , méthode à laquelle l'analogie nous a fait découvrir ses plus belles révélations ; et sur ce point ne me fais pas illusion.

Soit un rein pris sur un animal adulte , supposons que l'animal ayant 140 centimètres de longueur le rein ait , dans son plus grand diamètre , 5 millimètres ; nous lui trouverons environ 1 millimètre , lorsque l'animal sera étudié à l'état où il n'a encore que 75 centimètres. Comprendre comparativement les rapports de la dimension du rein à l'animal , et nous aurons ,

Rein=1 cent., l'animal étant long de 140

Rein=5 mill., l'animal étant long de 140

Rein=2 mill., 5, l'animal étant long de 75

Rein=1 mill., 25, l'animal étant long de 75

enfin , lorsque l'animal , à l'état de fœtus , n'aura encore qu'un centimètre de longueur , n'aura environ que  $\frac{1}{37}$  de millimètre ;

invisible qu'au microscope et à un grossissement supérieur ; il ne se distinguera en rien du tissu adipeux (1472) ; la capsule qui le recouvre et à laquelle il tient par son gros *hile* , l'adulte , ne sera alors qu'une cellule ou un tissu cellulaire ambiant. Enfin ce rein existant réellement , se perdra comme un point , comme un point sans nom et sans couleur , dans les tissus ambiants , lorsque le fœtus sera réduit à la dimension d'un grain de millet.

#### ONZIÈME ESPÈCE.

##### Tissus parasites et adventifs.

2081. Je comprends sous ce nom les organes organisés , qu'un accident , dont il s'agit de miner la nature , fait naître sur la surface des organes , et qui s'y développent d'un plus ou moins durable , comme des *organes adventifs* , comme des glandes spéciales.

Nous les diviserons , 1<sup>o</sup> en *tissus parasites de l'épiderme* ou parasites de la surface du corps ; 2<sup>o</sup> *tissus parasites des membranes muqueuses* , c'est-à-dire des parois des organes qui communiquent avec l'air extérieur ; 3<sup>o</sup> *parasites des membranes séreuses* ,

cavités sans communication avec

*us parasites de l'épiderme.*

le monde connaît ces productions soulèvent la peau, s'infiltrant d'abord, puis de pus, et tombent ensuite toute corticale. Ces boutons offrent poques une différence caractéristique au premier coup d'œil des cornées, que nous avons dit émaner. 58). Productions superficielles, les sent presque qu'en surface et font douleur; elles se propagent en plaques, et de distance en distance, et ne naissent dans les couches sous-dermiques. Les boutons, qui semblent occasionner des douleurs profondes, sont celles qui s'attachent à la surface des surfaces épidermiques et s'élèvent, et rongent les parois, en les attaquant sur les surfaces à la fois. Il semble que la cause saire à leur développement à toutes, est quelques-unes.

est l'origine de ces superfétations nombreuses, souvent dévorantes et mortelles des produits spontanés, ou des causes susceptibles d'être appréciées? L'analogie la solution de la question; de quelques-unes de ces productions à les expliquer toutes.

reconnu que la piqûre de certains insectes sur la peau une ampoule qui se résout en pus. Or, parmi ces insectes, comme les cousins, insinuent dans la peau, pour aller puiser leur nourriture dans le sang des capillaires, qu'ils perforent donc la paroi d'un vaisseau et entrent en communication avec les couches sous-dermiques par une ouverture artificielle. L'animal repu retire sa trompe, et manque d'attirer le sang par le jeu de la succion, comme le ferait une ventouse; mais il avale, jusqu'à ce que l'épiderme ne résiste plus à l'effort qui le distend; il se produit une inflammation, où le sang séjourne, mais où il ne peut rester stationnaire sans se décomposer. Les produits de cette décomposition sont moins inoffensifs, si l'ouverture n'est permanente et donnait passage au sang; mais elle a donné passage au sang; trop petite pour qu'elle tarde à se

2085. D'autres insectes produisent ces *phlyctènes*, dans le but de satisfaire leur vengeance plutôt que leur appétit; ils piquent avec un dard empoisonné, plutôt qu'avec une trompe alimentaire; telles sont les guêpes et les abeilles; et leur piqûre offre les mêmes résultats; chaque bouton est un élément de fièvre, qui devient mortelle, lorsque les éléments en sont trop nombreux.

2086. La piqûre de la punaise et celle de la puce sont produites par un suçoir, comme chez le cousin, et causent proportionnellement les mêmes effets que toutes les autres piqûres.

2087. Le pou opère des effets différents; sa morsure n'enfle pas le tissu, mais le désorganise; l'épiderme ne s'infiltré pas, mais il se mine et se détache par plaques, sous lesquelles cette vermine se loge, pour miner avec plus d'impunité encore. Le cuir chevelu de certains enfants se couvre de la sorte de croûtes dégoûtantes, dont nous connaissons à l'œuvre les auteurs, et que nous nous gardons bien de considérer comme des productions spontanées, comme des foyers malades *suif generis*.

2088. Lorsqu'on se promène en souliers, immédiatement après la moisson, dans les champs élevés des environs de Paris, on en revient la jambe couverte de boutons rouges; et on ne tarde pas à éprouver par le repos une démangeaison, cause de la plus violente insomnie. Si on examine à la loupe ces petites ampoules, on y remarque un petit acarus tout rouge, que les paysans désignent sous le nom de *rouget*, qui offre à peine l'apparence d'un point, et qui se tient attaché à sa proie avec une opiniâtreté que le frottement ne peut vaincre; il a pénétré sous l'épiderme. J'ai fait l'épreuve de ce supplice, en 1823, au château de Guermantes près Lagny, et nul promeneur n'en était exempt, pas plus l'homme des champs que le beau sexe. Le seul remède à la torture est de noyer le vampire microscopique, de prendre des bains de jambes, et de mettre ses bas à l'eau. La peau n'en est pas moins couverte de boutons que des médecins non prévenus ont souvent confondus avec les boutons de la véritable gale; car il arrive que l'animal s'attache aux jointures des doigts et à la main, quand on a l'imprudence de se reposer sur la terre.

2089. Nous venons de citer la gale, et pendant longtemps l'origine des boutons qui caractérisent cette maladie a été assez problématique, pour que nous nous croyions dans l'obligation d'accompagner l'étude de cette maladie de quelques documents historiques, qui fourniront en même temps un exemple de l'art d'observer, et une preuve en

faveur de l'infailibilité académique, et de l'influence heureuse que les corps savants exercent sur le progrès (\*).

**2090. HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE L'INSECTE DE LA GALE** (pl. 15). — De temps immémorial, les habitants des provinces méridionales de l'Europe ont connu un insecte, que les femmes retirent avec une épingle des boutons de la gale, et qu'elles écrasent sur l'ongle, comme un pou ordinaire. Dès le douzième siècle. Ahynzoar en fait mention. Dès 1682, on trouve l'insecte représenté, dans les *Acta eruditorum*, sous les traits que nous avons fait calquer (fig. 16, pl. 15). En 1687, Bonomo le dessina de son côté, sous les traits un peu moins informes des fig. 14 et 15, que nous avons calquées d'après lui, avec l'un des œufs (α), qu'il pond très-souvent sous les yeux de l'observateur.

Degeer, à son tour, eut l'occasion de l'observer, et il le reproduisit vu par-dessous (fig. 11), et vu par-dessus (fig. 12). Il est des faits classiques en histoire naturelle, qui s'appuient sur bien moins de témoignages.

Et portant tout à coup les médecins français se prennent à révoquer en doute l'existence de l'insecte de la gale, et à reléguer, dans les fables et les croyances des bonnes femmes, ce que les témoins oculaires nous rapportaient de l'habitude cosmétique des femmes du Midi. Ceux qui cherchèrent à voir l'insecte de leurs propres yeux, n'ayant rien pu trouver, nièrent positivement; ceux qui relurent les auteurs à cette occasion, doutaient, lorsqu'à leur grande satisfaction, J.-C. Galès, élève natif de la Haute-Garonne, vint trancher la question dans une thèse sur la gale; il annonça avoir découvert l'insecte dans plus de deux cents pustules; il le montra à toutes les illustrations entomologiques les plus compétentes de l'une et l'autre académie; Leroux, Bosc, Olivier, Latreille, Duméril, Pelletan, Thillaye, Désormeaux, Richerand, Delaporte, Alibert et Dubois, furent témoins et garants de sa découverte; et pour qu'il ne manquât rien à la démonstration, le dessinateur le plus correct du Muséum, Meunier, fut chargé de nous en donner la fidèle image, que nous avons reproduite par le calque sur la fig. 17. pl. 15; l'animal est vu par le dos en (α), de profil en (b), par le ventre en (c), à l'état jeune et n'ayant encore que six pattes en (d); ses œufs sont en (e).

Cependant il resta encore de ces insectes qui ne se contentent pas de lire, mais qui veulent aussi toucher; et ceux-là eurent beau chercher de l'insecte, et à la vérité de la découverte de Galès, leurs tentatives pas couronnées de plus de succès que l'insecte mystérieux se refusa à toute location qu'à celle de l'étudiant, l'autre, il persista à s'enfermer dans ce qui fit dire dix-huit ans après aux désappointés, qu'il n'y était pas. Le défi formel; un défi de 100 écus fut lancé aux partisans de l'existence de l'insecte; ni aucun partisan ne se montrèrent; le gant. Le fait était assez bizarre; même très-piquant. Un de mes élèves, Meynier, de Marseille, me prêta le même zèle pour m'occuper de la question. Je ne comptai pas de deux ou trois cents pustules qu'on me montra chaque jour et que j'observai avec soin, je ne surpris que des grumeaux et pas la moindre dépouille d'un insecte; me disais-je, Degeer, dont la thèse n'a jamais inspiré le plus petit soupçon sur l'insecte; Galès l'a montré à Latreille; comment se résoudre à croire que les célèbres entomologistes aient été victimes d'une illusion inqualifiable?

J'eus recours aux figures des auteurs réunies sur la même planche, afin de saisir les rapports. Or je m'aperçus que les fig. 16, 14 et 15, pour être considérées comme le trait plus ou moins exact des fig. 11 et 12, qui sont celles de Latreille, comment penser que les fig. 17, qui sont celles de Galès, eussent été prises sur le même animal que la fig. 16, qui est celle des *Actes de la Société de Médecine*, que les fig. 14 et 15, qui sont celles de Bonani et de Backer, enfin que les fig. 11 et 12, qui sont celles de Degeer? Il me revinrent à l'esprit les circonstances qui me rappelaient l'histoire du fromage et de la farine gâtée; et quel fut mon étonnement, dès le moment que j'eus vu quelques-uns de ces parasites sur le port du microscope; je restai convaincu que l'insecte des bords de la Garonne avait commis le même tour d'écolier qu'aurait jamais eu à en faire les fastes de la science; car pendant dix-huit ans on avait fait prendre, aux célébrités académiques, l'insecte de la farine pour celui de la gale, qui était encore une bonne fortune.

(\*) Voyez *Annal. des sc. d'obs.*, tom. II, pag. 446; tom. III, pag. 298, 1830. — *Lancette française*, 15 août 1831. — *Mémoire*

*comparatif sur l'histoire naturelle de l'insecte de la gale*, Baillière, 1834.



verte, c'est que le crayon de Meunier, ment n'était point complice du stratagème rendu au contraire l'insecte soumis son observation, avec une fidélité et une exactitude qui ne laissent rien à désirer, et de conviction.

Il n'est pas fini quand on a surpris une puce qui s'est rangée sous un illustre patron pour démontrer, et je connaissais les effets de la méthode ordinaire, me disais-je, sans pour faire passer une vérité dans l'esprit. Mais puisqu'ils tombent si facilement en erreur, je vais leur démontrer l'erreur par mon tour; et ce fut le docteur Meynier qui chargea de l'exécution du plan.

Le docteur Lugol que le pari était gagné, que la gale était retrouvée; on annonça une séance publique pour le remettre en lumière; les assistants s'y rendirent en masse; on amena le délit, les galeux de l'hôpital Saint-Louis; le beau microscope fut dressé sur la table, les assistants, crainte d'un stratagème, se mirent à grands cris qu'on ne fit usage que du microscope; un médecin se chargea de piquer une pustule, et d'en transporter le produit sur le porte-objet; le docteur Meynier étala la gale, afin de la rendre plus visible aux assistants; après avoir eu la précaution de s'enfoncer les ongles avec de la sciure de fromage, dans sa poche; et à tour de rôle tous les assistants virent un bel insecte qui marchait, sur ses huit pattes, que l'on compta une à une; il ouvrit la thèse de Galès; et, ô merveille! que jamais auteur n'avait fait figurer la gale sous des traits plus ressemblants à Cloquet, présent à la séance, s'écria : *est bien lui, je l'ai vu cent fois déjà!* Ainsi la mystification nous avait été faite même à Galès lui-même; nous venions de nous faire des écus, avec la même facilité qu'il avait fait des ans de citation et de gloire. Mais nous étions tués; ce qu'il n'a pas fait; et la séance finit par un éclat de rire; l'expérience réussit.

Je me suis fait de la bonne disposition des esprits, en publiant une dissertation destinée à fixer pour toujours les termes de la question.

Je disais que J.-C. Galès avait mystifié les assistants par sa thèse inaugurale; qu'il leur avait fait voir du fromage pour l'insecte de la gale; que de cela, il ne fallait pas induire que la gale n'eût jamais existé, qu'il fallait seulement conclure, dans le cas où on ne le

retrouverait jamais à Paris, ou bien que l'insecte est le parasite et non l'artisan de la gale, ou bien que la gale septentrionale n'est pas la même maladie que la gale des provinces méridionales; et je présageai que tôt ou tard on retrouverait l'insecte avec les formes que Degeer lui avait reconnues. La dissertation était accompagnée d'une planche contenant toutes les figures, que les observateurs avaient données jusqu'alors de l'insecte de la gale, y compris les figures subtiles de Galès. Galès garda le silence; mais il n'en fut pas de même de l'un de ses collaborateurs; celui-ci, désireux de rétablir l'authenticité du travail classique, fit annoncer dans les journaux une séance publique à l'Hôtel-Dieu, dans laquelle il promettait de montrer l'insecte de la gale à tous les assistants. La chose était si certaine, qu'il fit imprimer par anticipation le programme, avec les formes d'un procès-verbal; et en entrant en séance, le 22 octobre 1829, on nous distribua le compte rendu, non pas de ce que nous allions voir, mais de ce que nous avions vu. Thillaye fut invité avec le beau microscope de la Faculté; Delestre tenait son crayon tout prêt au service de l'investigateur; un vaste bain de sable, maintenu chauffé à 24°, était couvert de verres de montre destinés à recevoir en serre chaude l'insecte précieux. Mais les verres de montre attendirent en vain; cent et deux cents piqûres ne fournirent que des résultats négatifs; et le combat finit faute de combattants, et surtout faute de patience. Une seconde séance n'amena pas de résultats plus heureux; Dupuytren, qui présidait, invita le démonstrateur à retirer son programme, qui avait l'air d'un procès-verbal; mais notre habile observateur répondit au conseil, en enrichissant ses quatre pages imprimées d'une planche portant en titre : *Sarcopte de la gale humaine trouvé et dessiné par M. Patrix, le 26 mai 1812*. Pour compléter la collection, nous avons fait calquer les dessins de Patrix, fig. 13, pl. 15; nos lecteurs ne seront pas embarrassés d'y reconnaître une ébauche grossière des fig. 17. Quant à nous, nous avons la certitude qu'elles ne sont qu'un calque des figures d'insectes de la farine, que Bonomo a jointes à celles qu'il publia de l'insecte de la gale, en 1692.

Nous ne laissâmes pas que de profiter de cette double perte de temps, pour mettre sous les yeux des assistants, et les figures du mystificateur, et l'original de la mystification; ce qui fit que, pendant quelque temps, les marchands du voisinage vendirent plus cher le fromage gâté que le fromage ordinaire. Ce que c'est que l'occasion!

Des circonstances indépendantes de ma volonté ne me permirent pas de me livrer moi-même à la recherche de l'insecte de la gale dans les hôpitaux de Paris ; j'étais persuadé, du reste, que les médecins, mieux avisés, auraient plus de facilité à poursuivre cette étude, sur le théâtre journalier de leurs occupations. Mais, en 1831, je reçus d'Alfort, de la gale de cheval toute grouillante d'insectes, et je me convainquis, par l'étude de l'espèce du cheval, de la fidélité du dessin de Degger. Il est inutile de faire observer que les formes de l'insecte du cheval n'offraient pas le moindre trait d'analogie avec celles de l'insecte de la farine. Nous les reproduisons fig. 8, 9 et 10 de la pl. 15, d'après la première édition de cet ouvrage. La fig. 10 représente accouplés, le mâle, fig. 9, et la femelle, fig. 8 ; la femelle est vue du côté du ventre, et le mâle du côté du dos ; ces insectes ont vécu plusieurs jours dans le cornet de papier qui avait servi à nous les apporter. Nous avions invité les observateurs du Midi à s'occuper de la question, et à prendre des leçons des femmes du peuple de ces contrées, qui, sur ce sujet, auraient été en état de dicter une meilleure thèse que n'avait fait le docteur Galès. Ce fut un élève de la Corse nommé Renucci qui répondit à l'invitation, fort étonné d'apprendre qu'à Paris nous, doctes, docteurs, membres de cent académies savantes, nous en savions moins que les honnêtes femmes de son village ; et lorsqu'il eut enseigné à tous les médecins à extraire de leurs propres mains l'insecte tant attendu, il se trouva que Casal avait tracé l'itinéraire du parasite de la manière la plus exacte ; et il fut expliqué comment il était arrivé qu'on l'avait cherché si longtemps inutilement. On le cherchait en effet dans la pustule qu'il n'habite pas, au lieu de le poursuivre dans le petit sillon qu'il creuse entre le derme et l'épiderme, petit terrier analogue à celui que tracent les vers de certaines mouches, sous l'épiderme des feuilles des plantes.

Je fus appelé (25 août 1834) pour reconnaître si ce qu'annonçait Renucci était exact, et si ce qu'il montrait était le véritable insecte de la gale ; et dès le premier que l'on plaça quoique mort sur le microscope, je reconnus l'insecte de Degger, et je pus me rendre compte de la signification des accidents de son dessin. Les médecins de l'hôpital Saint-Louis assistaient à ces séances ; je dessinai l'insecte sur le tableau dans le cours d'Albert ; à la leçon suivante je soumis aux regards des élèves un croquis colorié ; et la question fut résolue sans retour : Degger avait bien vu, bien dessiné

les contours, fort mal les accidents ; rien ne manquait à ses dessins qui avait mystifié tous les savants pendant 18 ans ; les médecins ignorants naissaient les femmes du peuple. Nos premières recherches partent de la description et de la figure de la gale humaine, que nous reproduisons (pl. 15).

Une fois que le fait fut démontré, eut été pour ainsi dire disséqué sous les yeux des assistants, on se rua à la curée, chacun voulut en dire, causer auprès des sociétés savantes de l'insecte s'étalait aux vitres de la science, ainsi que les portraits coupables ; et il était, il faut le dire, ressemblant ; l'un d'eux se reconnaissait des acheteurs, en ce qu'il s'insinua au beau microscope de Chénion académique ; et je dois l'avouer, l'insecte n'avait été si bien défiguré ; les observateurs, assez fiers, avaient pensé qu'on observe un calibre de la même manière que les papillons (564) ; et ils nous en firent subouette et la fantasmagorie. Un découvert, dans le petit musée, plume de mâchoires, des palpes, et des compléments que sur la tête du hôte de médecine, le sujet de la discussion, sur l'invitation de qui nous rendi la première fois à l'hôpital pour apprendre à reconnaître et la structure de l'insecte. *C'est moi qui — je crois que l'honorable professeur trompe, c'est moi.* Et dans tout ce que l'Académie des sciences, par un oubli de convenances, n'était point consulté rien à juger. Mais tout à coup les rabattirent sur elle ; l'un lui écrivit, note, l'autre lui fit passer trois ou quatre sous verre ; le jeune Renucci lui-même procéda qu'il suivait pour prendre bout d'une épingle, et le mettre à la disposition de ces messieurs. Ainsi l'Académie d'aucune pièce, pour reviser la décision, et pour restituer, à l'instar le trône, sur lequel sa haute sanction tenait si longtemps l'insecte usurpé, fit à ce sujet, non pas un travail, mais un rapport, ce qui est plus (6 octobre 1834), il remercia l'Académie.

il déposée sur le bureau, l'autre d'avoir fait valoir à l'Académie le procédé des bonnes de la Corse, et l'autre enfin, des trois personnages qu'il avait fait passer de l'hôpital-Louis à l'Académie, avec toutes les raisons que recommandait le sujet, et l'intérêt de la salubrité de la docte assemblée; mais annonça que l'honorable rapporteur eût peine de décacheter le paquet; pas la plus légère observation de son fait ne s'insinua dans ses idées de la sentence, que les journaux ne s'insérèrent le lendemain, avec le respect qu'ils professent pour tout ce qui émane d'une institution savante, si haut placée dans l'estime publique; et l'abonné de Paris apprit que la peau génoise de la capitale avait un ennemi plus redoutable que le pou et la puce. Au milieu de ces bonnes volontés, un seul médecin prit le parti qu'il devait tirer de sa position personnelle; ce fut Albin-Gras, élève de l'hôpital-Louis (\*); il soumit l'insecte de la gale à l'action des réactifs, comme nous l'avons déjà fait pour l'insecte de la gale du chevreuil; l'appliqua sur la peau et sous un verre, et il vit que chaque insecte se frayait un chemin, et déterminait, avec une vive irritation, l'apparition d'une vésicule.

Sur ce sujet, même après trois ans, n'a pas encore de son intérêt, et que les médecins ont fait un jour à des études analogues sur les cas maladifs, après avoir résumé l'histoire d'une question qui certes ne fait rien moins que servir à l'influence des corps académiques, nous entrons dans quelques détails descriptifs de diriger les esprits dans l'observation des tumeurs sous-cutanées, par la méthode qui nous a servi à faire l'anatomie de l'insecte de

la gale sous laquelle commence ce petit sillon. On pique le sillon avec une pointe d'épingle tout près du point blanc, et on amène l'insecte à la pointe qui soulève et fend l'épiderme dont il est recouvert. Cet insecte a à peine  $\frac{1}{2}$  millimètre dans les deux sens. Il est d'une grande blancheur; et à une simple loupe de deux centimètres de foyer, on peut déjà en reconnaître toutes les parties et les caractères; c'est même par l'observation à la loupe, qu'il faut toujours commencer l'étude d'un animal aussi gros et aussi peu transparent; un grossissement exagéré en altérerait les contours et en cacherait dans l'ombre la coloration naturelle et les accidents de surface. Après l'avoir dessiné par ce moyen et en avoir reconnu le nombre des organes et leur couleur, on augmente progressivement les grossissements pour étudier les détails, qui ne sauraient être mis en relief que de cette manière. On a soin de prendre la mesure exacte de chaque détail observé, d'en dessiner les contours et les accidents avec une fidélité scrupuleuse; ce travail terminé, et lorsque la concordance des croquis nombreux qu'on aura pris ne permet plus de douter du mérite de la ressemblance, on rassemble ces détails en un seul tout, dont l'exactitude générale est la somme de toutes les exactitudes de détail. On confronte de nouveau le dessin général avec l'image de l'animal à la loupe et au microscope, par réflexion et par réfraction; et l'on est en droit alors d'assurer qu'on a observé.

2092. L'insecte de la gale humaine est blanc sur toute la surface de son corps. Ses huit pattes et le museau sont d'un rouge plus ou moins vif, selon le genre de microscope dont on se sert. Il est d'une dureté telle, qu'il ne saurait être écrasé par la pointe de l'aiguille qui le presse, et qu'il s'échappe comme en bondissant sous la pression, par l'élasticité des poils rigides qui hérissent son dos. Le ventre en est plat et lisse, mais le dos offre une proéminence énorme au centre, une autre sur l'abdomen et une autre moindre près de la tête. La surface dorsale et la surface ventrale se joignent exactement comme la carapace et le plastron des tortues; et ce qui ajoute encore à l'analogie, c'est que les quatre pattes antérieures et le museau sortent de la commissure des deux surfaces, et semblent pouvoir y rentrer pour se mettre à l'abri; la fig. 1, pl. 15, représente l'insecte vu de champ par le dos. La fig. 2 le représente vu par le ventre, et la fig. 3 vu de profil. La tête (t), d'un rouge transparent, occupe le centre de l'éventail qui supporte les quatre pattes antérieures. Elle est

ÉTUDE COMPARATIVE D'ANATOMIE MICROSCOPIQUE SUR L'INSECTE DE LA GALE. — Vous trouvez l'insecte se frayant, entre le derme et l'épiderme, une route, un terrier (*cuniculus*), semblable à celui que les vers de certaines mouches font sous l'épiderme de certaines feuilles. La différence que celui de l'insecte de la gale ne se voit distinct à la vue, et qu'il exige le secours d'une loupe ordinaire pour être aperçu. On voit l'insecte à travers la transparence du derme qu'il soulève; c'est un petit point noir qui se dirige dans le sens opposé à la vési-

nichée dans l'une des commissures de la carapace qui la déborde, et du plastron qui offre la une échancrure anguleuse, en sorte que par le dos on ne voit que la moitié de la tête, et que souvent elle échappe au regard en se baissant. La fig. 6 la représente isolée, avec ses deux grands yeux dilatés par son séjour dans l'acide acétique, et avec les quatre antennes qui s'insèrent sur deux rangs entre les deux yeux; la trompe en est repliée en dessous. De chaque côté de la tête sont deux pattes, rouges et transparentes comme elle, et insérées comme elle dans la commissure de la carapace qui les déborde, et du plastron dont les bords cornés sont d'un rouge de brique. Chaque patte antérieure (*p*) a quatre articulations, et à la base une hanche triangulaire, dont l'hypoténuse regarde en dehors. Elles sont ornées d'un ambuacre (*ab*) roide et terminal, qui finit en une ventouse, par laquelle l'animal s'attache au plan qu'il parcourt. Au-dessous du bord corné antérieur du plastron on remarque un écusson thoracique (fig. 2); il se dessine par trois lignes également cornées qui convergent vers le centre, la médiane en partant de dessous la tête, et les deux autres du point qui sépare les pattes de chaque paire. Les quatre pattes postérieures (*p'*) offrent la même coloration et le même nombre de pièces que les pattes antérieures; elles partent également d'un rebord corné, et qui se prolonge de chaque côté de l'abdomen en un écusson presque carré. Mais ces pattes postérieures sont quatre fois plus courtes; elles s'insèrent sur le ventre qu'elles dépassent à peine de leur longueur, et au lieu d'un ambuacre (*ab*), elles sont terminées par un long poil (*pl*). Degeer avait rendu tout cet appareil du train postérieur, par quatre poils enfilés vers leur base et insérés sur le ventre de l'animal (fig. 11). L'anais (*an*) déborde la partie postérieure de l'animal, entre quatre poils courts et parallèles, qui s'insèrent sur le bord postérieur de la carapace; il est tantôt saillant et tantôt caché; pour le rendre visible, il suffit de laisser dessécher l'insecte mort; l'abdomen (*ad*) se retire de la carapace (*cp*), et l'anais (*an*, fig. 7) se dessine, au bout d'un rectum marqué d'anneaux, comme un organe rétractile.

On remarque sur le dos de l'animal un grand nombre de points disposés dans un ordre constant et symétrique (fig. 1. Ce sont des poils vus de champ; mais des poils roides et cornés, comme toute la carapace, et qui sont cause que l'animal que l'on comprime s'échappe en bondissant,

comme nos graines hérissées de piquets distingue ces poils, en plaçant l'animal côté (fig. 3), et le tranchant latéral sous l'observateur; on voit que les plus longues des deux rangées qui s'étendent du centre vers chaque côté de l'anais, et les deux qui s'étendent du même centre vers chaque de la tête. Quant à la structure de la carapace, c'est un tissu réticulé, à mailles allongées le sens de la largeur, fort étroites, et interstices canaliculés et en relief qui pour ainsi dire la surface, lorsqu'on la voit à une simple loupe. La fig. 5 représente ment de ce tissu vu à un grossissement considérable.

Que la carapace et le plastron appartiennent par leur structure chimique aux tissus c'est ce dont on s'assure, en laissant cet insecte dans l'acide acétique concentré; tous ses tissus se dissolvent ou acquièrent une grande transparence dans cet acide, à l'exception des pattes, de la tête, et de l'écorce générale du corps; la fig. 4 représente l'un de ceux de celle-ci, tels qu'ils se dessinent toujours par ses divers mouvements; les figures 1 et 2 nous avons tâché d'en donner la forme la plus ordinaire; mais la fig. 3, prise un peu en perspective, et l'animal fixé au dos contre le porte-objet, ce qui ne peut avoir lieu, sans que la fosse centrale dans une position oblique par rapport à l'observateur.

2095. D'après cette description et les figures, il sera facile de comprendre ce qui manque aux fig. 16, 14 et 15, qui ont été publiées par Bonomo et les *Actes des Sciences* et aux figures de Degeer, fig. 11 et 12; on ne conservera pas le moindre doute sur l'identité de l'insecte que ces premiers auteurs ont eu sous les yeux, avec celui que nous avons décrit, et que, depuis la publication de ces figures, une foule de médecins et de naturalistes ont étudié de leurs propres yeux.

La différence spécifique de l'insecte de l'homme, fig. 8, 9, 10, est frappante par rapport à celui de l'homme. Elle réside dans la position des quatre pattes postérieures sur l'abdomen, dans la forme de l'écusson thoracique (fig. 8), dans la présence des ambuacres à l'extrémité des deux pattes postérieures, et dans la structure de ces ambuacres qui se composent d'un pédicule flexible



d'un suçoir ou ventouse (*sc*) épa-  
roir.

Une espèce de mammifères qui est  
ale, doit offrir un insecte spécifi-  
ent; et nous avons droit d'adres-  
vétérinaires un reproche sévère,  
pas fourni, depuis le temps, des  
monographie de ce genre de para-

la première édition de cet ouvrage,  
exagéré les proportions des pattes  
cheval, pour en mettre les détails  
lence; dans les figures de cette  
ion, nous avons rétabli les propor-  
es pattes et de l'abdomen. La fig. 9,  
t, représente ce que nous regardons  
âle; car nous croyons l'avoir vu  
rec la forme de la fig. 8. Cependant,  
ons pas assurer que cette forme  
pas celle d'un mâle très-jeune. Car  
forme des espèces de ce genre subit  
quelques modifications.

REMENT. — Il est donc bien constaté  
que les pustules galeuses sont le pro-  
cte; que le *prurigo* qui en précède  
est causé par le travail de l'insecte;  
le appelée gale n'existe que par la  
l'insecte, et qu'elle ne se commu-  
manière des maladies pédiculaires.  
thérapeutiques ne doivent donc plus  
objet que de détruire l'insecte et  
er le patient. Le moyen le plus in-  
d'extraire un à un ces hôtes incom-  
manière des habitants du Midi; mais  
ne pourrait être réclamé que de la  
ternelle. Force est donc de recourir  
des médicaments. Mais ici comment  
ns son repaire, sans s'exposer à  
a peau, et à incommoder la respi-  
ade? Pour délivrer celui-ci, on le  
ade encore; on lui donne une ma-  
e débarrasser d'une autre; et le  
complique tôt ou tard, pour un  
xiron qui est moins incommodé de  
e malade lui-même; car nous avons  
eval vivre plus de trois heures entiè-  
ins le chlorure d'oxyde de sodium,  
ous incommodait nous-même. Nous  
ar ce sujet plus bas.

un point de la question qui exige  
recherches; c'est de découvrir la  
la pustule galeuse. Il est certain

que cette pustule n'est pas l'effet immédiat de la  
présence de l'animal; car, au lieu d'un terrier  
épidermique (*ouniculus*), l'animal, en labourant  
le derme, produirait un long cordon pustuleux,  
une pustule continue. La pustule ne sert pas à le  
nourrir, puis qu'il s'en éloigne dès qu'elle se forme,  
et qu'on ne l'y trouve jamais plongé. L'analogie  
m'indique que la pustule est déterminée par la  
présence et le développement de l'œuf de l'in-  
secte, qui en sort dès qu'il est éclos; c'est du  
moins ce qu'on observe sur les pustules galeuses  
de nos arbres et de nos plantes. La gale de chêne  
s'organise sous l'influence du développement du  
ver, qui, placé à son centre, semble la modeler  
comme le potier de terre modèle son vase, et qui  
crée des tissus nouveaux, par cela seul qu'il  
puise sa nourriture dans les tissus anciens.

2008. CHIQUE. — A la Guadeloupe et aux colo-  
nies, on rencontre assez fréquemment des esclaves,  
dont les jambes, et surtout le pied, acquièrent  
des dimensions extraordinaires, et paraissent  
affectés d'un *elephantiasis*. Ces ravages effrayants  
sont l'œuvre d'un petit insecte, analogue au rou-  
get dont nous avons parlé, presque invisible à la  
vue simple, et qui s'insinue dans la peau des habi-  
tants de ces contrées, comme l'insecte de la gale  
s'insinue dans la peau des habitants du Nord. Les  
esclaves qui travaillent aux champs, et surtout  
ceux qui traversent les hauteurs, sont plus sujets  
que les autres à être envahis par cette cruelle  
vermine. Cet insecte est le *pulex penetrans* (la  
puce pénétrante, que l'on appelle *chique* à la  
Guadeloupe). Il pullule avec une effrayante fé-  
condité, et il occasionne une fièvre et une désor-  
ganisation qui donnent la mort, si la main d'une  
femme ne prend pas soin d'en délivrer un à un le  
malade. On a vu un imprudent, qui s'était mis  
dans la tête d'importer vivant en France ce nou-  
veau sujet d'étude, et qui l'avait insinué tout  
exprès dans la peau de sa jambe; il succomba dans  
la traversée, victime de son audacieux dévoue-  
ment. Il est évident à mes yeux que les auteurs  
de *traités des maladies de la peau* ont entière-  
ment ignoré cette circonstance; car les maladies  
qu'ils désignent sous le nom d'*elephantiasis*, *mal*  
*des Barbades*, *mal rouge de Cayenne*, ne sont  
évidemment que des effets particuliers de la pré-  
sence de ce terrible insecte. La lèpre tuberculeuse  
éléphantine d'Alibert (*Monographie des derma-*  
*toses*, pl. 6, pag. 522) est un cas de ce genre.

2009. Voilà donc encore une maladie affreuse  
dont la cause réside dans la présence d'un tout



petit insecte, et qui disparaît avec lui; voilà des tissus créés dans les tissus vivants par le travail d'un ciron; voilà des organes d'une dimension énorme que le ciron façonne d'une piqure, et qu'il ajoute à la somme des organes normaux; organes parasites, qui finissent par absorber à leur profit les produits de l'élaboration générale, et par éteindre la vie, en en détournant le cours.

**3000. APPLICATIONS A TOUTES LES MALADIES DE LA PEAU.** — Nous venons de réunir un certain nombre d'exemples, et nous pourrions les multiplier, qui nous montrent l'œuvre d'un insecte dans l'apparition de pustules, d'exanthèmes, de lèpres, etc., qui ont été souvent et longtemps prises pour le produit d'un virus particulier. Le caractère de ces éruptions est de s'étendre de proche en proche sur les surfaces, de les déformer plus ou moins profondément, de les enfler en tubercules, de les crevasser, d'en désorganiser les tissus et de produire une fièvre qui souvent est suivie de la mort.

Mais une fois que la cause d'un effet est reconnue, on doit la soupçonner au moins dans tout produit analogue, sous lequel le hasard n'a pas permis encore de la surprendre. La nature n'a pas deux manières de produire des effets analogues. Toutes les maladies de la peau doivent donc être considérées comme l'œuvre d'un insecte spécial, qu'il s'agit d'atteindre, de reconnaître et d'étudier. Et si cela est, on conçoit d'avance combien la thérapeutique s'est fourvoyée jusqu'à ce jour, dans le traitement de ces maladies; et l'on est en droit d'espérer que le même remède suffira à les guérir toutes indistinctement.

**3001.** Mais n'allez pas procéder à cette étude avec la légèreté, dont nos lecteurs académiques nous donnent des exemples si fréquents. N'allez pas prendre des infusoires pour les insectes auteurs de ce ravage; et surtout, avant de rien publier, appliquez-vous à bien reconnaître les infusoires. Distinguez bien l'animal qui cause la pustule et qui s'en va, ayant horreur de son propre ouvrage, d'avec l'animal qui naît et se développe dans le liquide purulent. Nous savons qu'une infusion de viande ne tarde pas à fourmiller d'animalcules très-bien figurés et très-bien décrits par Muller; placez de l'albumine, du lait, ou de la farine même, dans l'eau exposée au contact de l'air, vous ne tarderez pas à y découvrir au microscope des myriades de petits animalcules divers, qui se succéderont dans ce petit monde, comme les générations sur le nôtre. Or une pus-

tule est un petit godet plein d'altgate; il doit donc s'y former des insectes dans un godet de plus grande capacité. Si vous n'êtes pas avertis, vous prenez un simple récipient, pour l'effet de l'habite, et qui n'y est venu qu'après la faute d'avoir été averti de ces considérations. — **Donné** a pris le *cercaria gyrinus* d'après le dessin que Muller a trouvé dans toutes les eaux animales, non-seulement pour un genre d'insecte, se fondant en cela, dit-il, de Dujardin, mais même pour un animal caractéristique de la matière purulente. Le *cercaria gyrinus* est devenu aussi la faculté un nouvel être nommé *trichocerca*. Il paraît que de tous les noms d'insectes, le plus ancien ne connaît pas les nouveautés de ces monades (1956). Le même auteur a découvert des vibrions (*vibrio lineola*, Muller) dans le sang abandonné à l'air et dans le pus. Il annonça ces merveilles à l'Académie des sciences, dans une des séances de 1837. Le cours public que nous fîmes en 1838 nous avertisse nos auditeurs du faux. Les académies allaient laisser faire à l'auteur de ces révélations a du moins l'opinion, dans l'opuscule qu'il a publié sur la *nature du mucus*, en 1837, opuscule détestables figures dessinées par l'auteur du *microscope de Chevalier*.

**3002.** Les médecins se rappellent l'opinion d'un illustre chirurgien, qui se fondait sur la clinique que l'on trouvait l'insecte dans les plaies des amputés. « Si j'avais dit cela à ces messieurs, en ce moment, dit un jour le professeur, je vous montrerais l'insecte. — « Une ! » lui répliqua d'un imperturbable un Anglais présent à la séance. — Le professeur, un peu déconcerté, de temps en temps se met à la messe; il lorgna et lorgna encore un jour-là s'était dérobé au public. — « Il y aura un autre jour, » reprit le professeur, appliquant, d'après sa méthode, le fer rouge sur le pus, qui petillait en brûlant; — lors que je vais plaisant de s'écrier du fond de la salle « Qu'importe? si on ne le voit pas assez crier. »

Cette mauvaise plaisanterie d'un homme de bien n'a jamais de l'opinion publique et les médecins n'en parlent encore qu'en riant.

Mais nous avons à présent une excuse de croire que l'opinion du professeur

uée de fondement, que seulement le a professait que par ouï-dire, et sur de quelque élève qui avait observé yeux. Le pus qui recouvre les plaies jeure partie que de l'albumine plus ngée, et partant que l'analogie du t arriver qu'il prenne les caractères 4) qui se gâte et devient piquant, quence, il offre toutes les conditions

*l'acarus* du fromage et de la fa-  
*us* aura donc pu se développer sur lable, avec la même facilité que sur même; il sera arrivé un jour qu'un rpris et soumis à l'inspection mi-  
thèse de Galès sous les yeux (2090);  
ent, on aura prononcé que l'insecte bite aussi les plaies des amputés.  
convaincu que bientôt on réhabili-  
du professenr, avec cette modifica-  
le.

ous porte à croire que les insectes es maladies cutanées appartiennent les *acaridiens* sous-cutanés. Les es insectes sont de labourer la peau leur nourriture, de s'accoupler à , et de déposer leurs œufs sous l'épi-  
ôt occasionne une élaboration ano-  
tissus ambiants; les fluides s'accu-  
du nid, pour que l'insecte éclos de lui une nourriture propice; son cause d'une élaboration nouvelle; des développements organiques en ; sa piqure féconde les tissus cuta-  
nd à usure le peu qu'il leur prend lui-même; et le résultat de cette organisation est quelquefois de enrichissant une partie. N'oublions rosses *gales des feuilles de nos*  
nt longtemps passé pour une ma-  
si l'entomologiste n'avait pas sur-  
de la sphère, l'insecte qui la fa-  
le larve.

es insectes sous-cutanés ne trou-  
nditions qui sont favorables à leur  
sur la peau de toutes les espèces même sur celle de tous les individus pèce; le pou, qui dévore la tête du e s'attache nullement à la nourrice.  
qui ronge tel galeux ne s'attachera celui qui le soigne; de même que roduit la gale du cheval ne se com-  
au palefrenier. La contagion et la des maladies cutanées résident donc

entièrement dans la répugnance ou la non-répu-  
gnance de l'insecte qui l'engendre; et la solution du problème, qui a tant divisé les contagionistes et les non-contagionistes, et qui a inondé la science de recherches sans résultats, de brochures sans preuves, est peut-être dans cette seule consi-  
dération; nous y reviendrons dans les applica-  
tions générales.

3005. Mais si l'insecte s'attache aux organes qui lui offrent les conditions qu'il recherche, dans l'intérêt de sa nutrition et de sa propagation, il doit fuir nécessairement le même organe, dès qu'il l'a épuisé des sucs qui lui sont favo-  
rables, ou qu'il en a tiré tout le parti qu'il en attendait. De même qu'il fuit la vésicule qui est son œuvre, de même il est dans le cas de fuir la peau qu'il a labourée, qu'il a désorga-  
nisée, et dans les mailles de laquelle il a appelé un genre d'élaboration nouveau. De là il arrive que telle maladie cutanée ne se gagne pas deux fois, et que la peau qui a été gravée des empreintes de la petite vérole est à l'abri d'une seconde invasion. L'insecte de la première invasion, en effet, n'y trouve plus les conditions d'existence que son prédécesseur a épuisées ou empoisonnées pour toujours. Tel l'insecte qui laboure les feuilles de nos arbres n'y revient pas deux fois, et n'est jamais remplacé par un autre sur la même feuille.

3006. Cependant cette répugnance de l'insecte pour certaines peaux n'est pas tellement invinci-  
ble, que la nécessité ne soit en état de la dompter; c'est souvent une répugnance plutôt qu'une incompatibilité; la prison peut torturer, mais elle ne tue pas toujours; l'insecte, emprisonné dans un tissu qui ne lui convient pas, peut s'y nourrir, y grandir; mais dès qu'il sera libre, il aura hâte de s'en éloigner. Par la même raison, tel tissu réunira toutes les conditions utiles à l'éclosion, et manquera de toutes les autres que la nutrition de l'insecte adulte réclame; et l'éclosion pourtant produira, dans le système cutané, la même révolution que l'aurait fait le développe-  
ment complet de l'insecte. De là le peu de danger des inoculations de certaines maladies; de là le succès de la vaccine, inoculation précoce qui place l'œuf dans la peau, avant qu'elle offre toutes les conditions propices au développement complet de l'insecte, et qui pourtant lui communique les qualités capables d'éloigner l'insecte pour toujours; ce qui fait que le mal ne change pas de place, qu'il est limité à la piqure de la *lancette*. Et qu'on n'objecte pas à cette hypothèse que le *virus* variolique ne perd point sa vertu, par la dessiccation la plus pro-

longée, entre deux lames de verre; car il est des œufs d'infusoires qui se conservent indéfiniment dans de semblables *silos*, que dis-je? il est des *œfrions* tout entiers qui résistent à une dessiccation semblable, et qui reprennent le mouvement et la vie dès qu'ils s'imbibent encore d'eau. Le *rotifère* du sable de nos gouttières, desséché par la chaleur de nos plus forts étés, ressuscite sur la goutte d'eau du porte-objet, sous les yeux de l'observateur lui-même.

### § II. Tissus parasites des muqueuses.

3007. Il serait absurde de penser que la nature ait tracé aux insectes désorganiseurs, une ligne infranchissable, entre l'épiderme et les muqueuses, entre la surface externe et la surface interne qui n'en est que la continuation. Si la peau fournit un aliment propice à certains insectes, les muqueuses doivent en fournir un aussi propice à d'autres genres d'insectes. Il doit exister des insectes qui recherchent les surfaces obscures, puisqu'il en existe qui recherchent les surfaces du corps éclairées et en contact immédiat avec l'air extérieur. Mais les produits de l'élaboration de ces parasites devront revêtir des caractères différents; et, plongés constamment dans une atmosphère obscure et humide, ils ne sauraient offrir la coloration, les formes et l'aspect extérieur des excroissances survenues sur la peau desséchée par le hâle, et constamment en contact avec une atmosphère mondée de lumière. La moisissure de nos caves ne ressemble en rien à celles de nos basses-cours.

3008. D'un autre côté, nous connaissons les effets morbides de la présence des helminthes qui s'attachent à nos viscères; et même, quoique les anatomistes aient peu envisagé leur sujet jusqu'à ce jour sous ce point de vue, nous connaissons les modifications organiques que leur succion imprime aux tissus auxquels ils adhèrent. Nous ne nous méprenons pas sur la cause de ces accidents, parce qu'elle réside dans des animaux faciles à reconnaître. Mais en l'absence de ces animaux, il est plus que probable que la nécroscopie y aurait vu des caractères de la maladie sous laquelle l'individu a pu succomber.

3009. Toutes les fois donc que l'animal sera trop petit pour exciter l'attention du nécroscopiste, nous serons exposés à prendre les produits de ses piqûres, pour des signes d'une maladie causée par un virus. Dans les recherches pathologiques ayons donc toujours présente à

l'esprit cette hypothèse. Dans le cours de nos études cette direction qui peut être une révolution en médecine, en chirurgie, en cadre des maladies, et en rendant compte des pathologies tributaires de l'hygiène microscopique, nous diviserons les tissus des muqueuses en trois régions : 1<sup>re</sup> les tissus parasites des voies respiratoires, 2<sup>es</sup> les parasites du canal alimentaire, 3<sup>es</sup> les parasites des organes de la génération.

### 3010. Tissus parasites des voies respiratoires.

— Les résultats de l'invasion sous-cutanée doivent être plus ou moins graves, selon que l'insecte s'attache aux trachées et des bronches qui aspirent l'air sans l'absorber, ou aux surfaces qui sont chargées d'aspirer l'air et de le faire passer dans les cavités buccales et nasales, de sorte qu'il est si facile d'aborder le mal.

3011. Les chancres qui dévorent les cavités buccales, les polypes qui se forment sur la paroi des cavités nasales, tous les caractères des tissus parasites sont la présence d'un insecte.

3012. Il en est de même des tumeurs du poumon; espèces de *gales* analogues à celles qui se développent sur nos têtes, et qui présentent trois phases : première où la surface devient proéminente, seconde où elle fait saillie et présente une texture pultacée, troisième où elle crève et devient ulcérée.

Kuhn, dans un mémoire publié en 1802, donne le nom d'*acephalocyte*, au parasite pulmonaire, et à ceux qui se forment sur la surface de certains animaux; il les compare aux hydatides formées par les petits animaux vésiculaires, et leur prolongement à la surface pulmonaire a vu l'animal dans les éléments du produit de l'animal; et les figures qui accompagnent son travail militent hautement en faveur de son opinion, qui du reste se rapproche de la véritable, et aussi près que l'on peut l'être.

3013. Les tubercules pulmonaires, si l'hypothèse est conforme à la vérité, de forme, de dimension, de structure, autant que les pustules des muqueuses. Car il est plus que probable qu'ils contiennent aussi des produits que la surface convient à plus d'une seule espèce.

subjet à plus d'un genre de désorga-

tissus parasites de la trachée et des  
rent deux espèces distinctes ; des tu-  
des plaques tuberculeuses , et des  
ulaires d'une organisation lâche et  
Nous allons étudier plus spécialement

lant la dernière invasion de la *grippe*,  
née moi-même dans ma solitude, tout  
ue les habitués du grand air, et ne  
m'occuper que d'elle, je fus conduit  
er les produits, par l'aspect que les  
ns prenaient, lorsqu'elles tombaient  
Elles s'y rassemblaient en paquets  
marqués de compartiments bleuâtres  
gris, qui me faisaient l'effet des  
its glandulaires ; elles restaient quel-  
elotonnées et flottantes entre deux  
ssaient par tomber au fond du vase ;  
était d'un vert pâle, qui passait au  
s l'urine. Ce tissu me paraissait orga-  
ne me trompait pas, car soumis à  
du microscope, chacune de ces  
ns présentait l'aspect et les granula-  
tées d'une glande, dont les plus  
tements auraient été infiltrés de suc  
ais ce caractère n'est pas spécial aux  
ns de la grippe ; les expectorations  
ont toutes les mêmes caractères  
sous ce rapport la grippe ne diffère  
es et des bronchites que par l'abon-  
produits ; j'ai tâché de rendre l'or-  
l'une expectoration catarrhale par  
. 2, prise à une simple loupe d'hor-  
ue l'échantillon qui en a fourni le  
as des mieux caractérisés, cependant,  
y reconnaître ces glandulations qui  
u fragment adipeux de la fig. 17,  
); et au microscope l'analogie se  
a manière la plus irrécusable ; le tissu  
expectoration se présente couvert de  
s colorées, tantôt en bleu, tantôt en  
rsemées de globules égaux entre eux  
2), ayant environ  $\frac{1}{75}$  de millimètre  
et qu'on prendrait, avant toute espèce  
ent, pour des cellules végétales gros-  
les verts ( pl. 6, fig. 20 ) (1098).  
expectorations sont donc des tissus  
t non des excrétiens amorphes et des  
s au hasard. Mais ces expectorations  
nt leur expulsion, aux parois des  
AL. — TOME II.

bronches de la trachée-artère ; elles y naissent  
donc et s'y développent à la manière des autres  
tissus ; elles y tiennent comme tout autant de  
glandes adventives, par le *hile* qui en forme la  
continuation avec les parois génératrices ; c'est par  
ce hile que la vascularité des parois génératrices pé-  
nètre dans leur tissu, et y forme, à l'œil nu, les stries  
sanguinolentes qui s'y remarquent dans les gran-  
des crises. Leur développement est indéfini, si  
une cause perturbatrice ne l'arrête et ne le frappe  
de mort ; et la rapidité de l'accroissement dépend  
de l'énergie des circonstances favorables au dé-  
veloppement. Il arrivera donc, dans certaines  
circonstances, que ces tissus adventifs se déve-  
lopperont avec une rapidité telle, que les voies  
aériennes en seront obstruées, que l'expiration  
ne pourra ni se faire jour à travers l'encombre-  
ment, ni en chasser au dehors la masse ; après la  
mort de l'individu, on trouvera la trachée-artère  
obstruée par un cylindre moulé sur sa capacité ;  
c'est le cas du croup et des *fausses membranes*.  
Le croup n'est que la grippe plus intense, et la  
grippe n'est qu'un catarrhe plus intense à son  
tour ; et les expectorations de ces deux dernières  
maladies ne sont que les fausses membranes du  
croup, douées d'une moindre énergie de dévelop-  
pement ; l'expiration pulmonaire agit dans ce cas  
en cassant le *hile*, par lequel ces tissus tiennent  
à la surface des voies aériennes, et en les rejetant  
au dehors, comme le canon à vent rejette la  
charge.

3017. Établir que les expectorations sont des  
glandes parasites et adventives, c'est établir  
qu'elles ne sont rien moins que spontanées, mais  
déterminées par la présence d'une cause féconde  
en tissus de ce genre. Or cette cause, si on se  
replace devant les yeux toutes les analogies,  
cette cause est évidemment dans la présence d'un  
insecte, dont il s'agit de surprendre les caractères  
et l'origine. Il est une circonstance qui, si elle  
venait à se confirmer, ajouterait un argument de  
plus à cette opinion ; j'ai cru remarquer, en effet,  
que la grippe s'attrapait plutôt à l'entrée de la  
nuit, que le jour ; et c'est à l'entrée de la  
nuit que se rabattent les insectes amis de l'ob-  
scurité.

3018. TISSUS PARASITES DU CANAL ALIMENTAIRE.  
— On a beaucoup parlé des *saburres* de l'esto-  
mac, des *embarras gastriques*, qui nuisaient à  
la digestion, comme des produits de la digestion  
incrustés sur les parois stomacales, et comme  
les sels calcaires de l'eau nuisent à l'ébullition,



n s'incrustant sur les parois des chaudières à vapeur; c'est là une similitude comme une autre. Mais tâchons de trouver la réalité ailleurs. Toutes les fois que nous avons éprouvé les symptômes de l'indisposition désignée sous le nom d'embarras gastrique, nous avons fini par nous convaincre qu'ils n'étaient dus qu'à la présence en trop grand nombre de l'*ascaride vermiculaire*, dans la capacité de l'estomac. En effet, dès que nous ingérons une substance vermifuge dans l'estomac, nous éprouvons comme une révolution qui nous soulageant, et un tumulte dont il nous était facile d'apprécier le déplacement; les vers se portaient en déterminant des contractions stomacales, vers le pyllore, pour aller se réfugier vers le *cæcum*, où ils se tiennent à l'abri contre l'action des substances qui empoisonnent pour eux les produits de la digestion. La présence de ces helminthes devenait évidente par les selles. Un de leurs effets les plus fréquents consiste dans un picotement des parois stomacales, qui est évidemment produit par tout autant de piqûres, et qu'on ne soulage qu'en mangeant, ou en buvant de l'eau sucrée. Or, lorsqu'on examine ces petits vers au microscope, on découvre que leur corps se prolonge en une pointe effilée, espière de queue cartilagineuse et d'une grande rigidité; en outre, leur bouche est formée par une espèce de ventouse. Tout indique donc que ces animaux prennent leur nourriture par la succion, et quand la nourriture manque, qu'ils la font suinter en piquant les parois du canal alimentaire. L'effet que l'on éprouve à jeun de leur présence dans l'estomac, se rapporte très-bien à cette idée. Or, si la piqûre d'un insecte produit sur l'épiderme des tissus de nouvelle création, la piqûre de l'*ascaride vermiculaire* ne saurait manquer d'être cause de semblables apparitions, qui, dans un organe tel que l'estomac, ne sauraient rester à la forme de petits tubercules. Il est donc plus que probable que la paroi stomacale se couvrira de fibrillosités d'autant plus abondantes, que la digestion sera plus anormale pour nous et plus normale pour ces insectes; et que ces végétations parasites analogues au *meconium* que nous avons décrit (1909) chez le fœtus, formeront un duvet qui tiendra la paroi stomacale à une trop grande distance du bol alimentaire qu'elle devrait élaborer, et un pareil duvet doit certainement être considéré comme un grand embarras gastrique. Or les vermifuges opèrent souvent dans ce cas comme les purgatifs et les drastiques, ils suppriment la cause, comme ceux-ci expulsent violemment l'effet.

3019. On ne saurait croire avec quelle fécondité (\*) ces petits vers se multiplient dans le tube alimentaire; il faut se donner la peine d'observer la femelle pondant, et le porte-objet du microscope, qui en est couvert comme d'une nappe d'écailles. Ainsi, un seul de ces helminthes peut, en un coup, peupler le canal alimentaire de petits, qui croissent vite et pourvu qu'on leur donne, d'une autre côté, on ne saurait croire avec quelle facilité cette peste se communique d'un individu à l'autre. Ainsi, le même toit; les œufs s'attachent au linge du nourrisson, aux vases et au linge sur lequel s'applique le lait infecté; et l'on vous sert, passez-vous la comparaison, mais seulement si vous sert des œufs d'*ascaride vermiculaire* à la table, presque à tous les plats que les mains ont préparés. De là des affections biliaires, des maux de tête, des éruptions, des crudités d'estomac, des symptômes nerveux ou hystériques, devine souvent la cause, qu'après avoir vu les effets tout le temps de produire. N'oubliez pas, docteurs qui nous lisez, que dans ce chapitre nous avons une plus longue que vous, et croyez-nous sur parole, des phrases académiques sur les ménages, n'ouvrez pas beaucoup de yeux, d'en reconnaître l'analogie avec d'une synonymie bavarde; pensez et avant tout, aux helminthes et à vous serez sûrs de ne pas débiter de mal.

3020. Nous terminerons ce sujet aux nécroscopistes, dans l'autopsie, fréquemment les *ascarides* réfugiés dans le *cæcum*; il ne faudrait pas en conclure que c'est là leur unique place. Ils se promènent dans toute la longueur du tube alimentaire, depuis le gosier jusqu'à l'anus, sortent souvent pour gagner les parties voisines, et s'introduire jusque dans le vagin, partout où ils trouvent un mélange de lait et de sucre, une substance analogue chimiquement constitue les produits de la digestion du lait. Mais dès que la digestion est normale, les produits d'une nature moins protéique, comme tout animal le fait desont.

\* Voir mon travail sur les *ascarides*, dans les *Annales des maladies des sciences d'observation*.



abri partout où ils peuvent ; et contre l'appendice cœcal est sans contredit sûr. C'est là qu'ils vont en désordre jusqu'à ce qu'il se soit formé des ascarides funestes pour eux. Or la mort pour rétablir ces conditions favorables, ne fait que les faire empirer. La puanteur commence certainement par le siège de l'appendice, de là l'affluence des ascarides dans le cœcal, où l'anatomiste les surprend

RA. — Il serait absurde de conclure qu'il ait existé d'autre fait, que celui qui occasionne d'observer par soi-même. Au contraire, exige qu'on arrive, par un fait observé à la prévision de faits qui oserait avancer positivement que l'intestinal ait le privilège de n'être envahi par deux ou trois espèces d'helminthes, au lieu d'être envahissable à tout autre parasite, que ce seraient dans le cas d'y introduire avec eux ? La question étant ainsi posée, on ne s'oserait répondre par la négative, mais est possible. Mais dans le cas où l'on admettrait, que pourrait-il résulter de la présence de ces nouveaux et insolites ? des effets qui offriraient des caractères différenciels ; différences qui pourraient être moins saillantes, et couvrir la surface de taches de plus ou moins d'aplomb, plus ou moins de grosseur. Mais si nous trouvons, sur l'une quelconque des parois du canal intestinal, des taches, des plaques, des excoriations analogues à la présence d'un insecte détermine l'épidermique du corps, n'hésitons pas de ces effets à la cause, comme de la cause nous étions descendus de l'effet. Nous voilà arrivés, par des inductions, au plus terrible fléau qui ait frappé nos dernières années, à ce cataclysme de mortalité qui, en si peu de temps, a fait le tour du monde, au choléra, lequel toutes les doctrines médicales

ont échoué, et dont la seule théorie, qui ne mène pas à l'absurde, est celle qui le suppose le produit d'insectes aériens propagés avec une incommensurable fécondité (\*). Les plaques de Peyer désorganisées, la marche rapide des symptômes, la cyanose, les déjections qui débordent par les deux extrémités, les crampes nerveuses qui réduisent les dimensions à un si petit volume, et cette momification instantanée qui fait du malade un cadavre qui respire encore ; tout cela s'explique en supposant des myriades d'insectes attachés à la surface du canal intestinal. Supposez des vampires invisibles qui sucent le sang là où le sang vient renouveler sa substance, qui en aspirent les liquides, et par conséquent en dessèchent les solides, qui l'obligent à refluer vers sa source, au lieu de suivre le cours qui seul est en état de le vivifier, qui intervertissent, comme tout autant de ventouses, la direction du torrent de la circulation ; l'hypothèse admise, tous les symptômes ci-dessus en découlent, comme tout autant de conditions nécessaires. L'individu envahi se dessèche, car un agent énergique en absorbe les liquides ; il se contracte en se desséchant ; il se tord en se contractant, parce que cette absorption, qui dessèche cette portion plutôt que cette autre, détruit l'antagonisme musculaire, comme le ferait l'action de la chaleur ; le sang se cyanose, parce qu'il est attiré et retenu sur une surface incapable de l'hématoser ; et tous ces effets se montrent avec la rapidité de la foudre, si les auteurs invisibles de ces ravages se trouvent en assez grand nombre appliqués à la fois sur le même point.

3022. Si, comme nous n'en doutons pas, le choléra est le produit d'un insecte, son siège spécial est dans la portion inférieure du canal intestinal, ce qui tendrait à faire penser que l'insecte s'introduit plutôt par l'anus que par le gosier, dans les voies alimentaires.

3023. TISSUS PARASITES DES MUQUEUSES DES ORGANES SEXUELS. — Ces sortes de muqueuses ne sauraient se soustraire à la loi qui menace les muqueuses des autres organes. Nous savons que la présence de l'*ascaride vermiculaire*, égaré

nacien à Dieppe, a fait observer avec juste raison (Mém. de l'Académie de médecine, tom. XVIII, pag. 179, 1832) combien de faits militent en faveur de cette opinion. Les ascarides se trouvent dans les hordes des insectes aériens ; il en existe dans les lieux humides et marécageux ; et l'on a vu que les miasmes pestilentiels des Mers du Nord sont liés à la présence d'insectes. Car ce n'est que

vers le coucher du soleil que la *maladie* exerce ses ravages ; on s'en préserve en se couvrant le visage d'une simple gaze. Enfin on a observé que le choléra a respecté les ateliers où l'on prépare le tabac et le camphre, substances qui chassent les insectes. Il y a près d'un an, les journaux ont annoncé qu'un médecin avait découvert l'insecte du choléra en Italie ; mais depuis, la révélation en est restée là.

proquement l'un envers l'autre les rôles de mâle et de femelle, produiraient des œufs qui, en se développant à leur tour, remplaceraient les premières poches, ou plutôt leurs mères distendues et finissant par s'oblitérer en forme de poche, phénomène dont nous avons un exemple dans les kermès des écorces de nos arbres.

3038 En attendant, je me suis cru en droit de désigner cette espèce de corps par le nom d'*œu-tigère de l'articulation du poignet*, genre nouveau intermédiaire entre l'*hydatide proprement dite*, ou vessie kysteuse, contenant un ver libre presque toujours solitaire, et le *cénure* ou vessie kysteuse, contenant plusieurs vers groupés, adhérents à la poche.

3039. FAUSSES MEMBRANES DES SÉREUSES. — Les fausses membranes dont nous avons étudié le développement sur les parois des bronches et de la trachée-artère, nous les retrouvons, avec des caractères analogues, sur les parois séreuses des cavités des corps, qui ne sont pas en communication avec l'air extérieur; elles offrent la con-texture glandulaire des premières, emboîtements indéfinis de cellules, jusqu'à celles de dernière formation; enfin, on y rencontre souvent un réseau vasculaire parfaitement bien caractérisé. Ces tissus advençifs ont pris naissance, comme toutes les glandes normales, sur la paroi de la cavité qui les renferme. Mais on les trouve quelquefois libres et détachés, d'où les anatomistes ont conclu que ces tissus se forment sans adhérence, et que lorsqu'on les trouve adhérents, ils ont commencé par être libres. C'est précisément la conclusion contraire qu'ils auraient dû adopter. Ces tissus naissent adhérents; ils tombent à une certaine époque, comme les fausses membranes des bronches que le malade expectore; leur vascularité en est la preuve la plus irréfutable; aucun tissu ne reçoit du sang que du système vasculaire; et tout sang qui circule dans une membrane doit lui venir de celui que les lymphatiques puisent dans le chyle, et que les poumons oxygènent.

#### § IV. Théorie des effets morbides produits par la présence des insectes.

3040. Que toutes les maladies proviennent de la présence des insectes, ce serait là une erreur préconçue, qui ne résisterait pas aux plus simples données de l'expérience; car il est une foule de maux que nous reproduisons avec des

substances dans lesquelles on ne sent la présence de l'insecte le moins; l'injection dans les veines de ces substances cause la mort; les poisons ne tuent pas et la plupart dérangent les fonctions; certaines substances administrées à petite dose, certaines substances sur la peau produisent la fièvre; une alimentation insolite amène après elle un long cortège de maux; sont la conséquence nécessaire les éruptions, une plaie seule porte le tétanos, une amputation en détermine la gangrène. Les insectes ne sauraient être comparés à ces maux; mais ils le sont certainement à l'insu du médecin et à l'insu du microscope dans les éruptions cutanées qu'ils préparent, dans cette branche de la médecine humaine, une durable révolution.

3041 En admettant l'hypothèse *a priori* quels effets doivent résulter de l'invasion des insectes, et à quels symptômes maladifs leur donner lieu. Et classons d'abord les auteurs de tels ouvrages, en deux classes: les uns insectes munis de mâchoires et les autres sans. Les premiers, par les solutions de continuité qu'ils produisent sur les parois des organes, rendront le système vasculaire perméable à toutes les substances, dont la présence est contraire à la pureté du sang; ils seront d'occasionner des hémorragies considérables, selon que la plaie est plus ou moins profonde et aura rencontré plus ou moins fort calibre; et toujours béantes et toujours renouvelées, les plaies ne seront pas dans le cas de guérir lorsqu'elles intéresseront les lymphatiques et les vaisseaux veineux! Si la plaie n'intéresse que l'épidermique du corps, elle mettra à nu les membranes des vaisseaux qui étaient protégées par le contact de l'air, par une coupe l'oxygénation du sang s'établira d'une manière différente de celle du poumon, la plaie sera un organe respiratoire (1925), le sang de cette hématoxe, changera ou modifiera son caractère; il rebroussera chemin pour ainsi dire; que cette fraction du système vasculaire qui auparavant pâtiront par suite de l'absence de l'air, l'attention inattendue; l'équilibre se rétablira en plus; la chaleur s'accumulera; cette nouvelle hématoxe, elle quittera les vaisseaux et s'échappera par les pores des émaciés ou moins alimentés qu'aupa-

outes ses intermittences, qui seront concomitantes des intermittences d'action.

aux insectes ravageurs munis de dents, on peut les diviser en deux catégories, savoir : la première, les insectes qui vivent au bol alimentaire, qu'ils sucent ; et la seconde, les insectes qui, comme tout autant de petites sautoires, parcourent même les muqueuses ou les surfaces. Dans le premier cas, ces insectes profitent, aux dépens de la nutrition, de la digestion stomacale, ou même de la digestion même, en absorbant les éléments ingérés, en s'appropriant les sucs, sans lesquelles il n'y a pas de vie. Dans le second cas, s'attachant à des surfaces, tant de vampires à des surfaces, par leur action aspirante, analogue à la succion, appelle le sang, là où il ne va pas ; elle lui ouvre des cavités où elle reste stationnaire et se décompose, qui se referment pour toujours, et ainsi, l'absorbant à mesure qu'ils passent, les insectes feront rebrousser chemin à la circulation ; ils le détourneront de sa route naturelle ; ils feront refluer vers les artères, et vers les capillaires sanguins ; ils transformeront partant les veines et les veines en artères ; ils répéteront sur les mêmes surfaces le même processus ; de là fièvre, et un grand nombre de ses microscopiques effets, le cas de rendre mortelle.

**THÉORIES THÉORIQUES SUR LA CONTAGION.** — Il serait temps que cessent de diviser les observateurs ; certainement tout à fait en dehors de la question où s'étaient également placés les contagionistes et les non-contagionistes ; c'est en effet que la question doit être posée, et la logique l'indique aujourd'hui encore, que jamais, toutes les épidémies (fièvre jaune, fièvres) doivent être l'action d'insectes parasites ; car la thèse : l'air viendra comme favorisant la maladie, en favorisant le développement des auteurs.

les émanations agiront de la même manière que l'air.

et des miasmes fétides qui favori-

sent le développement des insectes, il en est d'autres qui les tuent, et parmi ceux-ci les hydrosulfates d'ammoniaque ou l'ammoniaque seule occupent la première place. Ce sont donc quelquefois les miasmes que l'on respire avec le moins de répugnance, qui seront les plus favorables à la propagation du fléau.

4° Les climats chauds seront plus exposés que les climats froids à certaines invasions, et les climats froids plus que les climats chauds à certaines autres ; parce qu'il est des insectes qui, pour pulluler avec une incommensurable multiplication, ont besoin de tel plutôt que de tel autre degré de température. Tel insecte qui se traîne engourdi sous le climat du Nord, peut, dans les climats brûlants, devenir le père d'une innombrable et dévorante progéniture.

5° Tel insecte pourra donc se communiquer d'un individu à un autre par un simple attouchement de main dans le Midi ; et dans le Nord, pour qu'il passe d'un individu à un autre, il faudra que les deux individus cohabitent assez longtemps ; on dira alors que telle maladie est moins contagieuse dans le Nord que dans le Midi.

6° Tel individu offrira, à la propagation des insectes auteurs de l'épidémie, des conditions plus favorables que tel autre, qui vit sous le même toit, mange à la même table, et couche dans le même lit. L'hygiène a encore plus d'empire que la médecine sur les épidémies ; car les produits d'une forte et bonne santé sont en général ceux que les insectes parasites des animaux ou des végétaux recherchent avec le plus d'indifférence ; c'est ce que démontre l'histoire des insectes, que les naturalistes ont eu l'occasion d'étudier.

7° Il est des insectes qui vivent dans un tissu et qui vont se propager et pondre dans un autre ; il en est d'autres qui naissent, vivent et meurent dans le même tissu. Certains insectes générateurs d'épidémies se nichent dans les hardes, le linge et les habits de l'infecté ; et dans ce cas ces hardes seront contagieuses ; certains autres resteront attachés invariablement à la peau du malade, et ne s'en départiront que dans le contact de deux peaux de même disposition. La question des habillements, dans les expériences relatives aux contagions, n'est donc pas une question principale, un moyen irréfutable de décider pour ou contre le point controversé.

8° On découvrira un jour que la quarantaine est un préservatif contre certains fléaux, et non contre certains autres. Contre les insectes qui

rampent et qui ne se propagent qu'au contact, on serait coupable de ne pas la maintenir rigoureusement, mais il serait ridicule de se croire sauvé par son égide contre les insectes qui volent. En attendant que nos études aient été dirigées dans cette voie, la prudence qui doute exige qu'on ne supprime en aucun cas les quarantaines, le petit nombre d'intérêts que cette mesure peut léser, dans un cas inutile, ne sont rien en comparaison de l'intérêt général qu'elles protègent, dans un cas dangereux; et la distinction de ces deux cas opposés est encore enveloppée d'un voile. Cherchons à déchirer définitivement le voile qui couvre la question, avant d'abattre les barrières que la prudence des peuples a, de temps immémorial, opposées à la chose.

#### § V. Applications à la thérapeutique.

3045. L'impudence elle qui doute de presque tout ce qu'elle explore, a tort de dédaigner la routine de ce qu'elle appelle l'ignorance, quand cette routine remonte à une haute antiquité. Il faut qu'il y ait quelque chose de vrai dans une longue pratique et dans une habitude qui se perd dans la nuit des temps. L'instinct populaire repousse vite des moyens inutiles qui lui coûtent cher. Or tant qu'une science n'est pas encore science, elle n'a droit d'exclure de son sein aucune espèce de savant, quelque langue qu'il parle, le jargon scientifique d'une école ou le patois de son pays; c'est dans ce cas que tout homme est savant, qui apporte un fait, si brut qu'il soit, si ce fait est de sa compétence. Et sous le rapport des faits, qui est plus compétent que le vulgaire, lui qui en est témoin chaque jour et à chaque instant du jour? Si l'on veut prendre la peine de jeter un regard sur l'histoire du progrès des sciences, on aura plus d'une occasion de se convaincre que la théorie est presque toujours venue à l'appui des usages et des pratiques, qu'une longue tradition a rendues populaires. Ces observations s'appliquent à la question sanitaire en fait d'épidémies; et nous croyons qu'à l'apparition des fièvres qui, depuis quelques années, s'attachent à l'espèce humaine, la science a un peu trop mis du sien, qu'elle a trop fermé l'oreille à tout ce qui s'était fait avant elle, elle pourtant qui, au bout du compte, et après avoir enlissé phrases sur phrases, a été forcée de convenir qu'elle n'en avait pas plus que tout le monde sur ce point.

3046. Les anciens conjuraient les épidémies, en allumant, autour du foyer, de grands feux, qu'ils alimentaient avec des bois odoriférants. Ce

moyen nous paraît conforme aux notions rationnelles que nous pouvons nous former sur les épidémies, et il a toujours été pratiqué par des historiens, d'heureux succès. Ce moyen a été entièrement négligé dans tout ce qui a été écrit sur les épidémies cholériques; nous sommes presque en ce moment, dans le cas où ces feux, avec méthode et entretenus avec la théorie de ceux qui attribuent la préférence des miasmes et d'un vice d'air, ce moyen est rationnel, puis décomposeraient les miasmes, et que la combustion les neutraliserait avec eux. Dans la théorie que je considère comme physiologique, ces feux allumés à la fois ne manqueraient pas de dévorer d'insectes qui surgissent des marais stagnantes et des bords des fleuves; car on sait que les insectes-pousses, par un instinct irrésistible, sont attirés par la flamme qui semble les attirer en les fumigations, d'un autre côté, pour les insectes, par l'abondance d'oléagineux et des produits acides qu'ils dégagent. Entourez donc le foyer d'eau d'un cordon serré de espèce; et si le bois vous manque, remplissez les sépultures les honneurs brûlez les morts, s'il le faut, pour les vivants; et que la flamme, par la hauteur à laquelle elle se relève bien haut, et qu'elle reparte des torrents d'odeurs, dont on a cité contre l'invasion des insectes, substances riches en huiles essentielles empyreumatiques. Ne perdez pas que les pharmaciens, les tanneurs, les fabriques de tabac, de noir animal, etc., ont été moins sujets à les épidémies des professions malsaines.

3047. On a commencé par préconiser, les pharmaciens ont presque par la vente des petits sachets, et le camphre est tombé en défaveur, qui l'avait élevé si haut dans la collection, l'a déclaré tout à coup absurde. On eût dit qu'il n'en restait plus d'autre que qu'il fallait décrier ce qu'on ne pouvait administrer. Et il en sera de même des médicaments, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'efficacité, la théorie de leur action. Mais une fois la théorie établie que par la même raison les cas de succès. Par exemple, si le stig-

sur la portion postérieure du canal pour admettre un instant l'hypo-  
uffisamment démontrée) si l'insecte  
choléra s'attache de préférence aux  
yer, cela indique qu'il s'introduit  
tôt que par l'œsophage; or ce ne  
spirant le camphre que l'on pourra  
l'envelopper d'une atmosphère pro-  
e moyen, si puissant contre toute  
les, échouera dans ce cas, non pas  
lé, mais par défaut d'application.  
erver dans ce cas, ce ne sera pas  
nouchoir qu'on devra parfumer de  
d'une autre odeur vireuse (\*), ce  
ments tout entiers et surtout les  
quels on couche.

réliminaires établis sans périphrase  
ation, je vais donner les résultats  
: expérience et des essais que j'ai  
ès de dix ans sur moi-même avec  
r ou mélangé. Nous ne pensons pas  
entation possède une meilleure mé-  
le où l'observateur est en même  
de l'expérimentation.

asion de ces essais me fut fournie  
, qui, dans une circonstance ur-  
sious ma main un flacon d'eau-de-  
plutôt que toute autre substance.  
des essais d'insufflation au chalu-  
7; je me fatiguais beaucoup la poi-  
iffais depuis près de deux heures;  
à coup comme une commotion à la  
on gauche, qui fut accompagnée  
alogue à un petit claquement de  
itations de cœur ne me quittèrent  
nt l'espace d'une année, je languis,  
at avec moi les symptômes et la  
on, si ce n'est d'un anévrisme, au  
ypertrophie du cœur. Les méde-  
c famés de la capitale adoptaient  
, et l'un d'eux me conseilla le  
otasse, médicament qui venait à  
, ce qui était une raison suffisante  
qu'il eût fait ses preuves sur d'au-  
s une crise violente, l'idée me vint  
nner la région du cœur avec de  
mphrée (l'eau-de-vie étant à 40°);

essentielles vireuses sont des poisons pour  
d'animaux; mais il en faut une plus forte  
aux de grande stature que pour ceux de petit  
ent qu'une parcelle, dont les effets seront  
r l'homme, le débarrassera, d'un seul coup,  
e quantité de microscopiques, qui vivent à

j'éprouvai un soulagement instantané; les tirail-  
lements qui accompagnaient mes palpitations dis-  
parurent comme par enchantement par ce moyen;  
l'eau-de-vie camphrée devint dès ce moment une  
panacée à mon usage, et il est peu de cas mala-  
difs sur lesquels je n'aie été porté à l'expéri-  
menter.

3050. Mon traitement n'était pas terminé lors  
de la première invasion du choléra; car le cam-  
phre, qui calme les effets d'une adhérence pulmo-  
naire, ne détruit pas pour cela l'adhérence,  
comme on n'en doute pas; et mon traitement me  
servit à double fin: j'étais donc en mesure, sans  
changer mes habitudes, de remplir toutes les indi-  
cations médicales prescrites à cette époque contre  
le choléra. Je me trouvais dans les cachots de la  
Force, le jour où une maladresse de police pro-  
duisit les résultats que n'aurait pas désavoués la  
malveillance la plus atroce; où le peuple épou-  
vanté se vengeait, contre le premier venu, des  
ravages du choléra, et massacrait, comme des  
empoisonneurs, les passants, tout aussi épouvan-  
tés du fléau qu'il l'était lui-même. Nous descen-  
dions dans une cour froide et obscure une heure  
par jour; et c'était l'heure que les cholériques de  
l'établissement semblaient choisir de préférence  
pour passer devant nous; ils étaient tous cadavé-  
risés. Le soir, on mit en liberté, par mesure  
d'urgence, deux cent cinquante prévenus de vol;  
et le lendemain, à quatre heures du matin, on  
vint nous prendre pour nous transporter hors  
Paris, dans la voiture de fer ordinaire. Nous  
n'avions pas eu le temps de nous munir de nos  
habits d'hiver; la matinée était très-froide. On  
nous déposa dans la maison d'arrêt de Versailles,  
qui n'est certainement pas la mieux chauffée de  
ces sortes de maisons. Le hasard voulut qu'il n'y  
eût de disponible dans la maison que deux cham-  
bres; la nôtre était située face à face de l'infir-  
merie et de la porte à jour des lieux communs de  
la maison. Le même soir, nous eûmes à l'infirme-  
rie dix cholériques, qu'on transporta à l'hôpital  
dès qu'ils furent cyanosés, et qui y moururent  
tous; ces prisonniers étaient venus de Paris.  
Nous sommes restés quinze mois plongés dans  
les mêmes exhalaisons ammoniacales; l'odeur,  
avec laquelle nous nous étions familiarisés (\*\*),

(\*\*) Les sensations ne sont que des comparaisons de la per-  
ception nouvelle, avec la perception continuelle qui sert pour ainsi  
dire d'étalon normal. On ne sent pas les odeurs dans lesquelles  
on vit continuellement plongé; on ne sent que celles qui en  
diffèrent. Le scarabé sacré ne doit pas sentir l'ambrosie du  
bloc que les dieux l'ont condamné à rouler devant lui. Cet  
Ixion à antennes ne doit pas avoir la sensation des odeurs



était si forte, que nos visiteurs en étaient incommodés. Nous n'avons pas été un instant malades. L'un de nous fumait habituellement, ainsi que le pratiquent tous les prisonniers; il ne ressentit jamais le moindre symptôme; et j'ai observé que le choléra a moins sévi contre les prisonniers fumeurs d'habitude que contre les hommes libres. Les prisonniers qui ont succombé étaient presque toujours ceux qui, manquant de tout, étaient privés de la panacée du prisonnier, du tabac, et n'habitaient pas les chambrées où l'on fume. J'ai souvent, moi qui ne fumais pas, ressenti les symptômes que l'on nous disait alors être les avant-coureurs du choléra, les borborygmes, les coliques, et même quelques crampes. Mais à la plus légère indication, j'avais recours aux frictions sur l'abdomen avec l'eau-de-vie camphrée; et surtout, moyen auquel je suis redevable des plus délicieuses nuits que j'aie passées de ma vie, des nuits où j'ai fait le plus de frais de philosophie et de résignation, j'avalais, avant de me coucher, un verre d'eau sucrée, sur laquelle j'émiettait une tête d'épingle de camphre et instillais deux gouttes d'éther. J'avais un trop nombreux entourage pour que cette recette, qui, à cette époque, était très en faveur, ne fût pas employée par beaucoup de monde et avec les mêmes bons effets.

3051. Quatre ans plus tard, ayant été déposé, après avoir fait deux cents lieues par une chaleur brûlante du mois de juillet, dans un de ces cabanons renommés par leur saleté, je fus pris au point du jour d'une colique telle, que je n'en n'avais jamais ressenti de pareille, et qui fut suivie presque aussitôt d'un débordement de matières noires, dont mon cabanon fut bientôt inondé; car, dans ces lieux, on répond tard à qui appelle; et lorsqu'on m'ouvrit, on fut obligé d'entrer en sabots pour me conduire dans les lieux d'aisances. Le médecin de ces maisons n'y arrive que vingt-quatre heures après qu'on en a adressé la demande; c'est la règle; et les médicaments qu'il prescrit n'arrivent que le lendemain de sa visite. L'analogie de mon ancien traitement me revint à la pensée; et il se trouvait sur ma table des écorces d'orange que je me mis à mâcher, comme un homme qui n'a pas autre chose à sa disposition. Le soulagement fut subit, pour ainsi dire; les effets cessèrent, la cause s'apaisa; et

quand le médecin arriva, il ne put que par le témoignage du pavé de L'huile essentielle de l'écorce de l'or pas démenti l'action thérapeutique essentielle du *laurus camphora*.

3052. Dans l'épidémie de grippe dernière (3015), nous en fûmes l successivement dans la famille; or soulageait comme de nous placer, bouche, un grumeau de camphre, de introduire les vapeurs dans les b l'inspiration. Toute autre décoction la même suffocation, la même séci était telle, que la surface de la tr bronches nous semblait pour ainsi di Tous ces symptômes diminuaient et l caractère de meilleur augure par l'in camphre; et le mal nous a paru, moins intense et de plus courte durée ailleurs.

3053. Les personnes lymphatiques vivent d'aliments mucilagineux et su qui ont une répugnance pour les boi liques et les mets épicés, sont ex affections vermineuses, qui prennent les caractères les plus variés; et ce sont plus fréquentes que les médecins sent. Le plus grand nombre des crues mac, des gastrites et des entérites m sées n'ont pas d'autre origine. Je m jamais à cet égard sur moi-même; et boissons gommées et sucrées, des m ne font qu'empirer le mal, dans ce cours à l'aloès ou à la racine de fl lavements camphrés (\*) ou imprégné très-petite dose (à peine un milligram le mal est intense, ou à mes verres saupoudrés d'un peu de camphre, q est à son début. Les fumeurs ne exposés à ces sortes d'affections.

3054. Il n'est pas de vermine qu'on fuite en s'enveloppant d'une atmosph essentielle virguse, mais de camphre peu de tabac ou de camphre préserv des teignes et autres insectes. Un peu ou de tabac dans les cheveux d'un calme ses démangeaisons, en le déb hôte qui l'assiège. Le camphre tue les empoisonnant, comme l'huile ord

fétides, mais seulement des odeurs qui nous sont agréables, et qui sont peut-être fétides pour lui.

(\*) Il faut avoir soin de filtrer à froid l'eau dans laquelle on a fait fondre du camphre, afin de ne l'administrer qu'avec la

petite dose de camphre que l'eau est en solution, et pour éviter les légers accidents qu le contact prolongé d'une parcelle non dissolue sur les parois intestinales.

les tûes, en les asphyxiant et en bousant les stigmates respiratoires.

J'ai habité, tout un été, une chambre raille, contre laquelle mon lit se trouvait, était encombrée de toutes sortes de parasites de l'homme, depuis le plus puant jusqu'au plus puant. J'avais soin chaque jour d'upoudrer l'entre-deux de mes draps de camphre, d'en déposer quelques grains sur mes vêtements de nuit et dans mes tiroirs; jamais un seul ennemi n'a franchi cette atmosphère, et ils se tenaient tous

jusqu'au lendemain matin; mais si malheur un soir de perdre de vue ma collection, je ne tardais pas à m'apercevoir qu'il m'avait échappé, que je réparais au plus vite, que mon sommeil ne serait plus interrompu. Cette expérience a été répétée de cette manière pendant plus de cent jours.

On connaissait déjà l'action du camphre sur les petits insectes; mais c'était un fait d'observation spéciale aux collections entomologiques; et jusqu'à présent on n'avait nullement l'appliquer à la thérapeutique, à l'école ou domestique; et c'est là le grand défaut des cadres scientifiques, de nos lignes de démarcation scientifiques, qui empêchent une passer d'une science à une autre. Nous avons dernièrement un exemple du vice de méthode, dans une circonstance qui est du domaine de la question, dont nous nous occupons maintenant.

Les vignerons d'Argenteuil, voyant leurs vignes ravagées par la pyrale, implorèrent Jupiter, pour qu'il leur envoyât un remède qui les en débarrassât. L'Académie des sciences en envoya deux à Argenteuil,

le premier n'est rien moins que plus savant que les autres, dans le Mâconnais. Les deux députés revinrent pour faire à l'Académie la relation de l'insecte; ils avaient reconnu l'ennemi, mais, dans l'impuissance de le vaincre, ils se bornèrent à l'auguste assemblée des dieux, à adopter la conclusion si connue de la science publique : *laissez faire, laissez passer*. Cette troisième causa plus longuement à son tour, près la méthode des avocats, qui savent bien que *qui sait parler, il n'y a pas de mal*. Celui-ci proposa deux moyens : 1<sup>o</sup> d'allumer des feux autour des vignes; 2<sup>o</sup> d'élever des tentes sur les feuilles qui contiendraient les insectes. Le premier moyen a été pratiqué en 1816; mais les lampions coûtent cher, et les vignerons n'ont pas envie de payer deux

impôts; celui de l'État est assez lourd. Le second moyen est pratiqué depuis longtemps dans les vignobles du midi de la France; et ce travail, qui a besoin d'être fait à la main, est confié à des femmes, dont la journée, dans ces régions, est à fort bon marché. Enfin, un jour, assisté de trois vignerons d'Argenteuil, qui connaissaient mieux le gîte de l'ennemi que nos agronomes de cabinet, il constata que la pyrale se réfugiait, pour pondre, dans les gerçures des ceps, et surtout dans les fentes des échelas : « Excellent procédé ! s'écriait-il ; attendons que toutes les pyrales se soient réfugiées dans les échelas, et nous les brûlerons avec les échelas mêmes ! » exactement comme celui qui se délivrait du ver blanc du hanneton, en arrachant toutes les racines, et même tous les arbres. Tout cela prouve que MM. les vignerons ont grand tort de ne pas se croire plus compétents dans ces questions que nos académies, et de venir demander des conseils à des hommes, qui ne peuvent parler de la chose qu'en prenant conseil des vignerons. MM. les vignerons, vous en savez plus que nous en ce qui vous concerne; expérimentez-vous-mêmes, cela vous coûtera moins cher; car on n'expédie jamais un savant de Paris gratis.

3057. Nous soumettons à votre expérimentation, mais à la vôtre seule, le procédé suivant, que vous varierez d'après les indications fournies par votre raison. Ce procédé nous a réussi pour chasser en petit, de certaines plantes, la vermine qui les ronge; c'est à vous de nous dire s'il est applicable à bon marché en grand.

Placez, sur la portion corticale du cep ou de l'arbre infecté, qui est exposée habituellement aux rayons solaires, un morceau de camphre, si petit qu'il soit; l'odeur en chassera les insectes, si elle se dégage assez intense; ou bien imprégnez d'odeur camphrée vos échelas, avant de les planter, en les plongeant en masse dans un cuvier rempli d'une eau sûre ou d'une eau de savon, dans laquelle vous aurez déposé un gros de camphre ou davantage, si cette dose ne suffisait pas. Ou bien ayez recours aux arrosages en grand; et il est fâcheux que la méthode des irrigations artificielles ne soit pas encore appliquée à la grande culture; une seule pompe-arrosoir mobile sur des roulettes, pourrait, dans certaines localités, préserver du fléau de la sécheresse le terrain de toute une commune. Quoi qu'il en soit, et dans le cas du fléau qui ne suspend pas seulement la végétation, mais qui la dévore, ne négligez pas le secours des irrigations, et associez-vous pour acquérir une

pompe-arrosoir commune; si vous venez à découvrir, par des essais entrepris sur une petite échelle, que le moyen suivant remplisse son but: Jetez dans une chaudière d'eau en ébullition, un centimètre cube de camphre solide; versez cette eau tiède dans la pompe-arrosoir, promenez la pompe de ligne en ligne, et faites-la fonctionner de manière que chaque feuille puisse être rosée; il paraît infiniment probable que la chenille ne rongera pas la feuille parfumée de camphre, et que le papillon s'en éloignera pour aller pondre ailleurs. Cela est probable en grand, car cela est certain en petit; mais en grand les mouvements de l'air seront dans le cas de rendre l'effet moins énergique; essayez.

3058. Avec quelques sachets de camphre placés de distance en distance, vous préserverez vos tas de blé de l'invasion du charançon et de la teigne. Le chaulage à l'eau froide camphrée pourrait produire le même effet.

3059. Enfin, dans les maladies cutanées (*gale, maladies pédiculaires, teigne, cancer, chancre, bubon, etc.*), ayons recours aux frictions fréquentes à l'eau-de-vie camphrée, ou plutôt aux frictions oléagineuses camphrées. Le camphre pénètre très-avant dans les chairs, et tout insecte qui traversera l'enduit oléagineux se revêtira d'une couche asphyxiante. Mais sous ce point de vue il se présente deux catégories d'insectes bien distinctes: les insectes qui pénètrent dans les chairs, ou labourent sous l'épiderme, et les insectes qui sortent quelquefois des chairs, qui s'attachent à la surface extérieure de l'épiderme. Ceux-ci seront plus faciles à atteindre par le médicament que les autres, ils n'exigeront pas que l'application en soit faite avec tant de fréquence et d'intensité. Mais dans toute espèce de contact et de cohabitation, préservez-vous, en vous enduisant la peau d'une atmosphère camphrée, et dans les affections de ce genre qui bravent toute espèce de traitement, enveloppez le foyer infecté de cataplasmes oléagineux imprégnés de camphre.

3060. Nous terminerons ce résumé de nos nombreuses observations, en faisant observer que le camphre perd à l'air une partie de son énergie, en s'oxygénant, comme toutes les huiles essentielles, et parlant en cessant de plus en plus de posséder les propriétés et les caractères des huiles essentielles; aussi remarque-t-on qu'il devient à l'air de moins en moins volatil. En sorte qu'on doit avoir soin de le tenir renfermé pour son usage, dans une bonbonnière ou une boîte qui ferme

bien, et non pas seulement dans

3061. Il est indubitable que bien des huiles essentielles et surtout les huiles végétales rhumatismales opéreraient, dans tout ce que nous parlons, avec une efficacité quelquefois supérieure à celle du camphre. Le camphre présente l'avantage de ne pas être dangereux et d'une odeur moins repoussante. C'est la substance qui nous a servi pendant près de dix ans de sujet journalier.

#### BOBIZKAS KEBKA.

#### Tissus spontanés.

3062. Je n'entends pas, par *tissus* des tissus qui naissent spontanément, et animés de la tendance au développement sans avoir passé par la filière des successives. J'ai traité ailleurs cette question appartenant en entier à la physiologie, à l'art du docteur de la chimie (\*). Je visager ici le sujet que sous un rapport que sous le rapport des formations stantanes plutôt que spontanées. Je ne parle pas des *précipitations membranées*, qui tout à coup un milieu limpide, dans lequel plus pénétrant n'aurait jamais pu se faire la présence. Ce milieu, qui est en dissolution la substance organique, être que l'eau ou l'air. Nous abordons la question sous ces deux points de vue par paragraphes séparés; et nous démontrons, dans l'un et dans l'autre, que cette douzième espèce est un nouveau chapitre sera moins une démonstration réfutation.

#### § I. Tissus spontanés de

3063. Les grands amas d'eau étendus dans lequel se développent, fonctionnent et se décomposent des myriades d'animaux de toute espèce, il est évident que le liquide en soit vierge d'albumine. Quelque époque qu'on l'observe. On voit qu'il est chargé d'aminonitrique, on dit de tout autre reactif de ce genre. L'albumineuse entrera certainement dans pour un poids plus considérable que

(\*) Nouveau système de physiologie végétale, 1783.

e le liquide conserverait une limpi-  
Ce principe est incontestable. Mais  
l dans ce cas, si l'on évapore le  
n sature les dissolvants? L'albumine  
d'abord en troublant la transpa-  
le, et ensuite en se prenant en une  
et fibreuse, dont il sera facile de  
ature. Mais le précipité affectera  
, selon que la précipitation sera  
lente; le précipité sera globulaire  
l'action, sous l'influence de laquelle  
, sera lente, régulièrement espacée  
le précipité sera membraneux et  
orsque l'action sera brusque et  
fois sur une grande surface. Car  
e les choses se passent sous nos  
laboratoires. Or qu'arrivera-t-il  
moins de pareils phénomènes, s'il  
occasion de reporter son esprit sur  
le produisent; enhardi par l'an-  
le de créations nominales, il ne  
de voir une substance chimique  
dans le précipité informe; et un  
l'êtres organisés dans le précipité  
ai offrir dans sa contexture un peu  
rité. Or la chimie moléculaire n'a  
opé que la physiologie microscopi-  
sse interprétation; celle-ci nous a  
*odermes*, celle-là la *barégine*, etc.

DERMES. — Les mycodermes se for-  
rtace de tout extrait de substances  
ninales, que l'on abandonne à leur  
osition; et comme il naît en même  
soires innombrables dans le liquide,  
le précipité albumineux les empri-  
après les autres dans ses inextrica-  
u microscope on les y voit s'agiter et  
tr trouver une issue, et mourir en-  
ace et d'air. Les micrographes, trap-  
ent à la vue d'un phénomène aussi  
nt à expliquer, l'ont interprété en  
la membrane, qui pour eux serait  
se forme par l'association bout à  
riades d'infusoires qui succombent.  
is avertissent les observateurs de la  
ous menaçait de donner lieu à un  
erminable de ces productions si  
s le rapport de la coloration, de la  
de l'aspect, selon que le liquide est  
saturé, qu'il est exposé à une éva-  
ou moins rapide, à la lumière ou à  
froid ou à la chaleur, selon enfin

que le mélange des dissolutions est plus ou moins  
riche en substances diverses.

3065. Lorsqu'on abandonne en août du vin  
ordinaire à une évaporation spontanée, il ne tarde  
pas à se couvrir d'une couche de granulations  
blanches comme la neige, qui au microscope  
affectent la forme régulière de grains ovales,  
étranglés légèrement en cocons, de mêmes di-  
mensions, et que le mouvement du liquide ou les  
tremblements du porte-objet seraient dans le cas  
de faire prendre pour des monades. Ces granu-  
lations ne sont que le précipité globulaire du glu-  
ten du vin, gluten que l'acide tartrique tenait en  
dissolution. Mais ce gluten a perdu sa ductilité et  
sa solubilité primitives, en s'associant au tartrate  
de potasse du vin.

3066. BARÉGINE. — Les premiers chimistes qui  
se sont occupés de l'analyse des eaux minérales,  
avaient depuis longtemps reconnu cette matière,  
qu'ils désignaient, les uns sous le nom de *matière  
grasse des eaux minérales*, les autres sous celui  
de *matière animale*, d'autres enfin, sous celui de  
*matière végéto-animale des eaux minérales*. An-  
glada l'appela plus tard GLAIRINE; et Longchamp  
en 1853 substitua à ce mot celui de BARÉGINE,  
qui a le tort de remplacer un mot général par un  
mot faussement spécial. L'innovation a porté son  
fruit; car, en vertu des mêmes droits ou plutôt  
en vertu d'un droit supérieur, sous trois rapports,  
à celui de Longchamp, simple prolétaire, qui n'est  
ni magistrat, ni membre de l'Institut, Séguier  
ayant été prendre les eaux de Luchon, a nommé,  
en 1857, cette substance LUCHONINE, laquelle  
prendra le nom de NÉRISINE, si jamais un person-  
nage plus illustre prend fantaisie de faire de la  
synonymie chimique aux eaux de Nérès, et plus  
tard, et en vertu des mêmes droits, prendra sans  
doute, il faut l'espérer dans l'intérêt des progrès  
synonymiques, les noms de VICHINE à Vichy, de  
CAUTERÉSINE aux eaux de Caulerets, de RYKUMINE  
aux eaux de Rykum, de GEYZERINE aux eaux de  
Geyzer, etc.; liste à laquelle nous avons l'honneur  
d'ajouter, par un sentiment national de recon-  
naissance, les noms de GENTILLINE, en l'honneur  
des lavoirs de Gentilly, notre promenade habi-  
tuelle; d'AMULARINE, en l'honneur de la fontaine  
Amulard, la seule nalade qui ait fixé sa source sur  
les boulevards de Paris; de TRIVAUSINE, en l'hon-  
neur de l'étang de Trivaux à Meudon; d'OURCQUINE,  
en l'honneur du canal de l'Ourcq; d'ENGHIÉNE,  
en l'honneur des eaux d'ENGHIEN, le Barèges du  
département de la Seine, le Barèges des bourgeois;

liste que nous nous réservons le droit d'augmenter encore, selon que nos inspirations hygiéniques nous amèneront sur les bords des diverses sources ou ruisseaux de nos environs \*). Et ceci n'est pas une mauvaise plaisanterie ; c'est une conséquence rigoureuse de l'exemple donné par la méthode académique. Car il n'est pas un seul cours d'eau dépourvu de résidus de fabrication, ou des écoulements de fumée, qui ne donne par évaporation, en plus ou moins grande quantité, une substance analogue à la *barégine*, avec un caractère distinctif spécial à la localité ; un précipité albumineux emprisonnant dans son tissu les sucs oléagineux, les savons sulfureux, les sels minéraux et enfin ammoniacaux, tous en solution ou en suspension par le liquide ; et plus les eaux seront riches en sulfures ou en carbonates alcalins, plus la *barégine* sera abondante et caractérisée.

3067. En effet, ce qui se passe dans nos laboratoires doit avoir lieu, sur une plus grande échelle, dans la nature. Or nous connaissons par combien de réactifs l'alumine des tissus organisés est susceptible d'être rendue soluble dans l'eau. Donc partout où ces réactifs rencontreront l'alumine, quelle qu'en soit l'origine, ils la dissoudront, et ils l'abandonneront ensuite à la précipitation, en se neutralisant. Or qui oserait nier l'existence des tissus alumineux dans les espaces souterrains que traversent les cours d'eau, dont s'alimentent les sources minérales? Les eaux de la pluie qui filèrent à travers les couches végétales, filèrent à travers un mélange de détritus riches en albumine végétale et animale, provenant de la désorganisation d'une foule variée de tissus, et traversant certaines galeries souterraines, elles rencontrent en masse des fongosites qui ne sont jamais plus azotées que dans un milieu sombre et aéré; les terrains secondaires eux-mêmes sont encore imprégnés de tissus albumineux, dont l'action du feu nous révèle plus que des traces, et dont les réactifs se chargent encore aujourd'hui, dans nos laboratoires, comme ils l'auraient fait à la première époque de la fossilisation. Jetez dans ces eaux sulfureuses un animal mort ou une plante fongueuse; ses tissus ne tarderont pas à s'y dissoudre en plus ou moins grande quantité, selon que le degré de leur température sera plus élevé et que leur hépatisation sera plus intense; et les individus sembleront tôt ou tard y disparaître à la vue simple. Or que de vers, que de mollusques

terrestres ou divinielles, que d'énormes fusoirs, les eaux minérales ne pas, avant de se déverser dans la mer, à la lumière et au grand air ?

3008. Mais ici une nouvelle étonnante a eu lieu, la lumière terreuse qui reçoit ces eaux, diminue en diminuant la capacité de l'albumine. Car l'acide carbonique qui servait de dissolvant à l'albumine, les siffures qui servaient chez les autres vont se neutralisant, par double décomposition calcaires du bassin, ou se décomposent des rayons lumineux; l'augmentation dans une si grande production menstruelle, baissera au contact et l'albumine, abandonnée par elle à la fois, se précipitera sous mille et viendra se déposer sur les parois avec d'autant plus d'adhérence qu'elle aura servi à neutraliser son dissolvant qui arrive sur les bassins en plus et de nos Blanchisseries, ils se couvrent de savon calcaire. Ainsi thermale, on trouvera à la fin l'analyse, de l'albumine précipitée dissoute. On recueillera l'une sur toutes les substances qui l'accroissent liquide; on obtiendra l'autre du liquide, avec des caractéristiques de l'albumine déposée sur les bassins, et qui varieront, sous l'aspect, selon que l'évaporation est ou moins brève température, et de liquide plus ou moins coagulable et ces caractéristiques varieront, selon la saison des chaleurs et de la sécheresse et des pluies.

3069 Mais cette substance al-  
ne saurait s'attacher aux par-  
y devenir le réceptacle, et je  
l'engrais d'une foule de végé-  
qui, à l'œil nu, présenterait pres-  
de coloration et d'aspect diffé-  
et l'exposition, et fournir l'  
dissidens, entre les chûmes  
à l'étude des eaux in minérales  
morcellement de l'aqueduc  
la cause des dissolutions en ces  
ces derniers  
aqueduc  
d'été



gne sous le nom de mousse, et  
anne être une modification du  
s de Thore; cryptogame qui,  
académicien, résulterait d'une  
, laquelle l'oxygène et l'azote  
thermale de Nèris sont mis en  
rande partie de ces gaz resant  
ie dans les cellules de cette ba-  
ste-t-il, devant lequel l'imagi-  
ce qui est vrai, et exactement  
ation se perd toutes les fois  
uier, à Luchon, prend ces con-  
la barégine; et Longchamp  
vail vu la barégine que dans  
tient par évaporation de l'eau  
t que la barégine devient verte,  
d'eau ordinaire se mêle à l'eau  
lant à son tour avec la barégine,  
s qui se forment partout où le  
n pas seulement là où il se mêle  
aire.

de l'automne 1836, un jeune  
scrit tous les ans les loisirs de  
ludé chimique des eaux de Ba-  
nt de partir, était venu causer  
analogies de la barégine, revint  
es investigations. — J'ai étudié  
ond, me disait-il, la structure  
i barégine; j'en ai le dessin chez  
si, j'en ai depuis près de dix ans  
cartons; le voilà. — C'est bien  
; vous avez donc été à Barèges?  
i j'ai été à Gentilly, à cinquante  
ighien à quatre lieues de Paris;  
i pas sorti de ma chambre, pour  
stance confervoïde; car l'échan-  
e papier provient d'une certaine  
dinaire que j'avais abandonnée  
noire placé à l'obscurité; aussi,  
erroïdes sont-ils grêles et étiolés.  
tres qui se sont formés dans la  
ie à la lumière; c'est la même  
lunité, qui, à un grossissement

offre à peine des dimensions mesurées; mais la couleur en est que vous aurez probablement dans les caveaux et les lieux où l'on observe la bérigine confusément blancs; partout où elle est exposée aux rayons lumineux les mêmes blanches vertes.

1. **Agouti** *Agouti*

surprise mon interlocuteur; oh! vous avez été à Barèges. — Certes non, je me suis contenté d'aller, aidé de la théorie, qui est in même à Barèges que chez nous, visiter nos eaux triviales, nos eaux prolétaires des environs de Paris; et la haréguine m'a coûté très-peu de frais de voyage.

3071. Huit jours après, une lecture académique ajoutait un nouveau nom à la LECOMTE de Séguier; je ne le retrouve pas sur mes tablettes, mais on le retrouvera dans quelque coin de nos journaux; je n'en ai nullement besoin; nos lecteurs auront, dans les considérations qui précèdent, un moyen de se fixer, sur la valeur de ces créations nominales, et sur l'influence qui donne l'importance d'une publicité hebdomadaire à des questions résolues depuis plus de quatre ans.

3072. Ne prenez pas une conferte et encore moins une mousse pour la barégine; ne prenez pas la barégine pour le chaos qui naît, ou pour l'organisation qui recommence; ne la voyez que dans un simple précipité ou extrait savonneux et albumineux; et cherchez-la dans la première mare venue, vers la fin de l'été.

## § II. Tissus spontanés de l'air.

3073. Les recherches eudiométriques sur l'air atmosphérique se sont toujours arrêtées à l'évaluation des gaz ; on n'a pas attaché la moindre importance à l'étude des vapeurs. Aussi on n'a pas constaté la moindre différence entre l'air infecté et l'air non infecté, entre l'air de la campagne et celui des villes, entre l'air des montagnes et celui des marais, si ce n'est sous le rapport des proportions de l'oxygène, de l'azote et de l'acide carbonique. Depuis 1836, nous n'avons cessé, dans nos livres et dans nos cours, de nous élever contre cette méthode, qui, en affectant une rare précision, se montrait la plus inexacte des méthodes ; car il n'y a rien de trompeur comme la précision qui ne s'applique qu'à deux ou trois éléments, et qui néglige tous les autres.

**3074. L'air est dépositaire de vapeurs d'eau qui ne sont pas pures, mais qui aèrent de véhicule à une foule de produits, provenant des émanations du sol et de la respiration des animaux. On en a un exemple dans les brouillards des villes, qui sont d'autant plus fétides qu'ils sont plus épais; ces brouillards, en effet, servent de dissolvant aux huiles empyreumatiques de la combustion, à l'acide carbonique de la fumée, aux émanations ammoniacales et hydrosulfatées des foyers d'assèchement et des produits de la respi-**

ration des animaux. La pluie qui tombe sur un sol desséché répand une odeur à laquelle l'humidité seule peut servir de véhicule. Pour se faire une idée approximative des produits dont notre respiration et notre transpiration cutanée sont susceptibles de charger l'air ambiant, qu'on souffle sur une lame de verre, surtout à jeun, et qu'on place la lame de verre sur le porte-objet du microscope; on y découvrira sans peine une foule de dendrites d'hydrochlorate d'ammoniaque, et une couche appréciable de gouttelettes oleagineuses et albumineuses, laquelle, à l'œil nu, donnera les anneaux colorés des couches de mince épaisseur. Si jamais on pousse plus loin les recherches, et qu'on recueille une plus grande quantité de ces produits, on y trouvera des acétates acides, des phosphates d'ammoniaque, etc. Ainsi l'air des lieux habités se charge d'une quantité considérable de vapeurs acides et alcalines, qui peuvent servir de menstree à l'huile et à l'albumine, et rendre ces deux substances volatiles avec elles (65.), par le fait seul de leur réciproque association. L'air enfin est imprégné de substances végétales et animales, qui, selon les circonstances, peuvent y séjourner ou s'en précipiter plus ou moins lentement. Le froid, qui condense les vapeurs; la chaleur, qui raréfie l'air, déposent également l'atmosphère de toutes ces impuretés qui s'en précipitent sous forme de pluie, et de brouillards, ou sous forme de poussière. Mais on ne se refusera pas à admettre qu'elles peuvent aussi s'en précipiter par la neutralisation des substances qui leur servent de menstree; la conséquence est rigoureuse. Or, dans tous ces cas, l'albumine dissoute dans l'eau se précipite alors sous forme de membranes plus ou moins aranéennes; l'albumine de l'air pourra aussi se précipiter, dans des cas plus ou moins extraordinaires, sous forme de fils ou de bocons; et il n'y aurait rien de si étrange à admettre que ces fils d'araignée, qui voguent dans les airs aux premiers rayons du printemps, et que le peuple désigne sous le nom de la *bonne fierge qui file*, soient, au moins en certains cas, les produits spontanés d'un précipité albumineux. Cependant je suis bien éloigné en même temps de nier, que la plupart de ces apparitions aranéennes soient le produit de petites araignées, que les premiers rayons du soleil viennent de faire éclore.

3075. L'observation suivante m'a fourni les moyens d'expliquer la raison, qui porterait ainsi les araignées à filer des tissus que le vent enlève. Au mois de septembre 1837, époque à laquelle

l'araignée à gros abdomen et à p. (*aranea diadema*) étend ses filets sur les orties de nos boulevards et sur les jardins, j'enlevai à la pointe de ma ces gros porte-couronne qui venait un paquet d'œufs tout près de lui: il fit assez fort; aussitôt l'araignée se mit son anus un tissu que le vent semblait filière, et qui s'étendit de proche en proche la longueur de deux pieds, comme un fil que le vent déviderait et allongerait mesure. Ce paquet devint présentait ractères des *fils de la fierge*, qui portés au loin par le souffle de la f. temps. L'araignée cessa son dévidage sentit que l'écheveau s'était accroché raineau; et elle se détacha alors de la fante dans le parachute qu'elle venait. Les jeunes araignées doivent, à recourir à ce moyen de transport, le sommet d'un arbre à un autre, pour proche en proche, et ne pas s'attacher fois au point où la mère a déposé d'œufs en un même paquet. Chacune araignées doit se créer un petit parachute du vent dévide, et qui a pour porter au loin le petit insecte, à craindre une chute qui lui serait fune ces parachutes de gaze sont les *fils* qui voguent dans les airs jusqu'à ce que les arrête et retienne l'insecte voyant l'animal veut passer ensuite d'une autre pour y fixer la trame de sa toile peu près le même système; il se peut laisser aller à son poids, et se rend opposée, par suite de l'impulsion qu'il en se balançant, ou bien porte par vent. Nous reviendrons sur ce sujet, port chimique, en nous occupant de

3076. La publication du *Nouveau chimie organique* a fixé l'attention sur la théorie des flusss spontanés, et l'imperfection de nos analyses de l'air Vogel (\*) a admis dans l'air une substance, qui se comporterait exactement substances azotées, mais qui, d'après viendrait que de la transpiration cutanée (Académie des sciences, 30 juin), annonce l'existence dans l'air d'un hydrogéné; il a vu noircir l'acide sulfurique le voisinage des routoirs; mais on le

(\*) *Journal de pharmacie*, tome XXI, page 1

On l'expose à l'air atmosphérique. Les expériences de Rigaut Delille et de ses élèves, dans lesquelles la rosée condensée sur une surface donne une eau putrescible, contenant de la matière azotée, et qui, par elle-même, offre un précipité qui passe du rouge au pourpre; ce qui est susceptible de confirmation, en pensant que la rosée a des surfaces organisées; et la rosée elle-même, véhicule à cause de sa grande puissance de Boussingault n'ajoutent rien, qui est plus compliquée que celle de l'auteur; ce n'est pas seulement l'air pur ou combiné qui existe dans l'air, l'azote carboné, de l'hydrogène sulfureux, l'ammoniaque pure ou combinée, et toutes les fois que ces réactifs sont dans le cas de se rencontrer ou se dégager à l'air. Ces substances, en tombant dans l'eau, se carbonisent; et en tombant dans une solution d'argent, elles le précipitent par le chlorure. Il est, en fait de recherches chimiques, des choses que le raisonnement et l'analyse ne peuvent mieux que ne pourraient le faire les expériences les plus nombreuses.

#### FIN DE LA DEUXIÈME DIVISION (1467).

##### A L'ÉTUDE DES ANIMAUX MICROSCOPIQUES, AUTREMENT DITS INFUSOIRES.

Il y a plus d'un siècle, le microscope a permis d'observer les infiniment petits, les microscopiques frappèrent l'imagination, et cette découverte s'enveloppa, ainsi que les révélations, d'un merveilleux, qui fut la base de la physiologie de ces animaux. Car cela seul qu'ils étaient invisibles n'eurent rien de commun avec l'ordonnement de notre monde visible; et Lamarck, en avant, en plaçant une partie des animaux et figurés par Muller près des autres, ne pas secouer tout à fait le préjugé à leur égard. D'après lui, les infusoires, ces gélatiniformes, dépourvus de sens, de nerfs, d'organes de la digestion son opinion était encore professée par les physiologistes en 1827, époque à laquelle nous avons publié nos premières recherches. « Des animaux qui se contractent, disions-nous (\*), sont pourvus

*voir sur les tissus de nature animale, p. 21, et 1829 du Répert. général d'anatomie.*

de muscles, et par conséquent de nerfs; ils ont peur, donc ils pensent; ils évitent un obstacle, donc ils le voient; ils reculent au moindre contact, donc ils ont le sens du toucher; et en même temps, par une induction plus hardie alors que les précédentes, nous démontrâmes le mécanisme de la contraction musculaire sur le rotifère (1876). Cette idée fixa l'attention des observateurs, et surtout la considération suivante: « Le muscle, réduit à sa plus simple expression, peut s'offrir sous la forme et les dimensions d'un simple cylindre de  $\frac{1}{100}$  de diamètre, qui dès lors est dans le cas de se confondre, par l'aspect et la coloration, avec tous les tissus ambiants; et partant il existera invisible à nos moyens actuels d'observation. Si l'on plaçait sous les yeux de l'observateur, sur le porte-objet du microscope, un filet élémentaire de l'un des muscles de nos plus grands animaux, sans lui en indiquer l'origine, il serait exposé à ne jamais pouvoir la deviner. »

3078. A la même époque, 1827, dans le travail sur l'alcyonelle, nous démontrâmes (1926) qu'on avait pris pour des animalcules des lambeaux de tissus, et pour des infusoires, des fragments de polypes; enfin, que ces polypes d'eau douce, si hétéroclites, étaient très-élevés dans le cadre zoologique, et que l'alcyonelle, tant défigurée par l'Encyclopédie méthodique, jouissait de la structure des céphalopodes; nous démontrâmes en même temps l'utilité des réactifs chimiques, comme moyens anatomiques.

3079. On commença à abandonner dès ce moment l'ancienne définition des infusoires, et on se reporta sur l'étude de leur complication. Ehrenberg est l'un de ceux qui s'est jeté avec le plus d'activité dans cette voie de recherches; mais il est fâcheux que la méthode et la patience de l'observateur n'aient pas présidé aux investigations de l'auteur; tant d'efforts et tant de zèle n'auraient pas abouti à des résultats aussi complètement erronés; il est encore plus fâcheux que de tels travaux soient adoptés de confiance et imposés à la publicité, par l'influence des noms que la politique a rendus encore plus puissants que la science elle-même. Ehrenberg a dessiné pour des organes, des accidents de surface, dont il n'a pas eu l'occasion de se rendre compte par les lois de la réfraction. Il a vu des muscles et des nerfs dans des plis d'une membrane qui se dessèche, et des estomacs dans des globules. Pour démontrer l'existence de ces estomacs, il a placé les animalcules dans une solution d'indigo, pensant

que l'animal, en avalant l'indigo, colorerait ainsi ses estomacs transparents aux yeux de l'observateur. Mais l'auteur n'a pas fait attention que l'indigo ne se dissout pas dans l'eau, qu'il y reste en grumeaux isolés, et en grumeaux d'un calibre tel, que pas un seul ne saurait entrer dans l'œsophage des plus gros de ces animalcules. Ensuite, ces animaux n'ont aucun appétit de substances semblables à l'indigo, puisqu'ils meurent dans une eau empoisonnée par cette substance; mais un animal n'avalait point ce qui lui répugne, il le repousse en le flairant; il se contracte en lui-même en présence du danger, et ne se développe de nouveau dans le liquide que lorsqu'il sent le danger éloigné. Donc l'indigo ne saurait pénétrer dans les estomacs de ces animalcules. L'indigo, que l'auteur a cru voir en dedans de l'animal, était donc au-dessus ou au-dessous de lui; et les organes qu'il a pris pour des estomacs plus fortement colorés, ne sont que des organes d'un pouvoir plus réfringent que le reste du corps, et qui par conséquent réfractent le bleu avec plus d'intensité que ne le font les tissus qui les environnent. En effet, placez ces animalcules sur un porte-objet de verre bleu, et vous observerez les mêmes phénomènes qu'a cru voir Ehrenberg; et si tous les organes globulaires, qui seront plus colorés en bleu que les autres, sont par cela sent des estomacs, vous pourrez en compter neuf à dix dans un *kolpode*. Mais, ce qui achèvera de rendre compte de l'illusion à laquelle nous sommes redevables des idées d'Ehrenberg, examinez avec soin tous les accidents colorés que vous croyez voir sur un infusoire placé dans une goutte aqueuse d'indigo, et puis déplacez l'animalcule avec la pointe d'une épingle, il vous arrivera souvent de voir attachés au porte-objet, les accidents que vous croyiez voir dans l'intérieur de l'animalcule même. Quant au moyen d'observation tiré des accidents que présente l'animalcule sur le point de se dessécher, il n'y en a pas de plus illusoire et de plus trompeur; car il serait peu rationnel de déduire les phénomènes de structure et d'organisation, des modifications qu'offre un animal qui se désorganise. Lorsque nous publiâmes nos premières méthodes d'observation pour les infiniment petits, nous ne nous attendions pas à les voir donner lieu à des applications de ce genre. Nous avons été moins surpris de voir celles-ci en faveur auprès de l'Académie des sciences de Paris.

L'exemple suivant, qui est tout récent, donnera la mesure du talent d'observation du seul de ses membres, à qui il a été enjoint de s'occu-

per plus spécialement du microscope. Gervais trouve, au canal de l'Oure, confondues, des granules qui lui paraissent, si en conserve l'hiver et en fait amis à ses protecteurs. Turpin n'est pas de cet avis; il déclare que ce sont des granules; mais le jeune auteur, mieux informé, connaît notre travail sur l'atryon, l'opinion du juge, et lui apprend à ne pas confondre la plumetelle ou de cristatelle, du juge prenant pour la spore d'une. Mais cet œuf est hérissé, sur sa surface, de piquants bi ou tricuspides au nombre de six; l'auteur a dessiné cet organe couronné d'un cercle; la figure paraît dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, pag. 41. L'auteur découvre deux fautes grossières dans le dessin, d'abord, l'academicien n'a dessiné le bourrelet de l'œuf, bourrelet qui est de cet œuf avec celui de notre atryon; l'academicien n'a décrit qu'un seul rang de piquants, il en existe deux qui partent du milieu de l'œuf proprement dit de son bourrelet.

Enfin, l'œuf est éclos au printemps; sorti un animal que l'academicien a nommé *atryon*, et qu'il a sans doute deviné, souvenir le quatrième; car depuis le *Roset* et Ledermannier, jamais le polypé dénature d'une manière plus étrange sera par le dessin que l'auteur en a fait. Les *Annales des sciences naturelles*, tom VII, pl 2, fig 8 et 9 septembre 1841, en vertu desquelles l'auteur relate l'éclosion de l'atryon, d'après un animal qui se transforme en atryon, il est vrai; dans toutes les figures qui sortent de l'œuf, ainsi que nous l'avons dit, fort de le démontrer publiquement, et nous étant permis. Quoi qu'il en soit, ce n'était pas embarrassant à faire en trois jours, une chose plus embarrassante, c'était de dire comment il se faisait que des œufs de polypé sortent d'un animal aussi mou, et que l'academicien de s'écrier en face de ses collègues: *Quelle est la malheureuse femme qui a pondre des œufs aussi hérissés de crochets?* ce qui inquiète sa philanthropie; lorsqu'il vit l'animal qui sort de l'œuf, et sans crochets, prouve que les crochets ne poussaient qu'après la ponte; il les a dessinés sur la figure précédente, vous des polypes qui pondent le trois, et qui pondent au printemps. L'éclosion, et qui pondent au printemps, curieux pour nous, qui n'avons trou-

s à pondre qu'en automne. Mais enfin cherché à nous éclairer par les figures et, ô méprise académique ! ô Minerve française ! comment trouver le mot qualifier votre erreur ? le paquet que pris pour un œuf de l'animal est tout son excrément ; oui, ce que vous avez mis en lettre (d) sur la fig. 9, pl. 2, tom. VII, l'anus et non de l'oviducte ; il a été le canal intestinal et non par l'ovaire ; nous avons averti de la mystification, en observer (\*) que Roesel, avant vous, mis ces saletés pour la coiffe des racines. Ainsi la solution du problème qui doit résulter sur le sort de la *malheureuse mère*, encore obtenue par la méthode académique, comme cette question intéresse assez la philanthropie, nous allons prendre la peine d'aborder à ce grave sujet. L'animal, dans l'Alcyonelle, est tout simplement un mollusque d'alcyonelle ou plumatelle, raton ou de frayeur, et ne trouvant pas de place dans le verre de montre de l'observateur, l'avions figuré sous cette forme, et nous grossi, dans le *Mémoire sur l'alcyonelle*, fig. 9 ; et pl. 16, fig. 1). Les œufs ne pond, non pas au printemps, mais en automne, sont lisses et tels que nous les avons figurés (pl. 14, fig. 4 à 9) ; ils sont ovales, aplatis d'un bout, sans communication proprement dit ; ce bourrelet possède une organisation différente de celle du corps de l'œuf, il est marqué de stries transversales, et ces stries, quand on en observe les parois, se désorganisent, quand on en observe les parois, jour ; ce bourrelet se désorganise bien, l'œuf n'éclore ; et son tissu se désagrège, et l'œuf aux corps ambiants ; ses stries se désorganisent, en s'isolant successivement, terminées par deux ou trois stries, et qu'à une certaine époque, le bourrelet se désorganise à sa paroi interne ; et son écorce se désorganise en cils rayonnants, qui semblent former la commissure qui unit le bourrelet à peu près comme l'écorce du cerisier en lanières transversales, et que le test des graines se déchire en pellicules d'une extrême fragilité. A la faveur de ces débris de l'œuf, l'œuf s'accroche aux conferves, et qui recouvrent les pierres siliceuses, à l'époque de l'éclosion, l'animal se trouve

dans la position qui est favorable à sa nutrition. Voilà tout le mystère, qu'une étude continuée pendant plus de trois jours aurait probablement fait découvrir aux micrographes de l'auguste assemblée. Nous terminerons cette petite leçon toute personnelle par la réflexion suivante : « A quoi servent les rapports académiques et la solennité dont la presse a l'ordre de les environner, quand un jeune auteur y voit plus clair, sur la détermination du corps en litige, que l'académicien rapporteur ? »

1° Règles générales relatives à l'étude des animaux microscopiques.

3080. 1° Les micrographes regardaient la monade comme l'animal le plus simple de la création, et cela parce qu'ils ne pouvaient pas découvrir un seul organe, avec leurs instruments les plus puissants, dans un être d'une aussi petite dimension. Leur opinion était donc basée sur un sophisme, en vertu duquel tout ce qui est invisible n'existerait pas, et en vertu duquel Paris, observé à vingt lieues de distance, serait la plus petite des mesures de la France. Avant la découverte du microscope, les observateurs regardaient, par suite du même raisonnement, comme les animaux les plus simples, les animalcules de deux ou trois millimètres de diamètre. Il ne faut plus désormais voir les limites de la création, dans les limites actuelles de l'observation, et arrêter l'analogie à la puissance de nos grossissements. Quand un être est trop petit pour que nous puissions en saisir les détails, ne traduisons pas ce fait par celui-ci : « Cet être n'a aucun détail ; il est de la plus grande simplicité. »

En conséquence, la monade, ce globule à peine distinct, si ce n'est par ses mouvements, aux plus forts grossissements de nos microscopes, peut être aussi compliquée qu'un brachion (pl. 19, fig. 6) ; elle n'en diffère que par des dimensions 100 fois moins grandes. Mais elle se meut et elle se propage comme le brachion ; donc elle est aussi compliquée dans son organisation que le brachion lui-même.

3081. 2° Ayez recours à l'analogie, pour obtenir le résultat que l'observation directe vous refuse ; mais que l'analogie ne soit que la continuation en ligne directe de l'observation.

3082. 3° Méfiez-vous des accidents qui sont les produits de la dessiccation et de la mort. Une bosselure au microscope, un pli formé au hasard et d'une manière toute mécanique, est dans le cas de prendre la place et l'aspect d'un organe véritable.



3083. 4° Puisque le scalpel est impuissant à démembrer les organes de ces infusoires, ayez recours aux réactifs, qui rendent certains organes saillants, en amincissant certains autres, qui colorent les uns plutôt que les autres; mais interprétez sagement les effets de ces réactions. Ne prenez pas ce que vous voyez, par transparence, au-dessous du corps de l'animal, pour des objets qui auraient pénétré dans le corps de l'animal même. L'ammoniaque est éminemment propre à cette dissection chimique, en ce qu'elle dissout les tissus albumineux très-jeunes, et qu'elle colore, à travers les parois, les produits de la digestion, incolores jusque-là. L'éther amène les tissus oléagineux et coagule les autres; l'alcool, en coagulant les tissus albumineux, les rend beaucoup plus opaques; enfin les acides rendent transparents les tissus osseux opaques. C'est à la faveur de ces diverses réactions que nous avons mis à nu l'organisation des polypes (\*) et celle des helminthes (\*\*).

3084. 5° Ayez soin de mesurer tout ce que vous décrivez à chaque réaction nouvelle, afin de suivre l'organe d'une manière sûre, dans toutes les transformations de l'individu, et d'asseoir vos analogies sur des données précises.

3085. 6° Ne prenez pas l'animal malade ou renfermé en lui-même, pour un animal différent; ni deux animaux accouplés pour un animal de nouvelle espèce ou un animal qui se scinde en deux. Surtout ne prenez pas l'œuf sur le point d'éclorre pour un animal parfait; et c'est, nous en sommes certain, ce qui est arrivé aux micrographes, depuis Muller jusqu'à nous. Muller a décrit, sous le nom de *leucophræ confictor*, et, après lui Lamarck, sous le nom de *trichoda confictor* (*Encycl.*, pl. 10, fig. 1), une sphère très-opaque, qui reste à la place où on la surprend, frémissante, mais immobile, se contractant comme par des commotions électriques, mais restant opiniâtrement attachée au point du porte-objet où le hasard l'a mise, comme l'huître à son rocher; animal sournois, et singulier conspirateur, qui ne communique avec personne, et ne se dérobe pas à l'inquisition. La fig. 8, pl. 19, donne le signal exact de l'un de ces fâcheux microscopiques; il est opaque, parsemé de globules et de plis sur sa surface; mais de plis tels, qu'on en observe sur un test qui se dessèche. D'autres fois, il est

comme partagé en deux calottes par un équateur plus opaque que le reste de la sphère. Lorsqu'on cherche à se rendre compte de la cause de ses mouvements vagues, on connaît qu'au-dessous de l'écorce plissée et globulaire, une masse se déplace sur elle-même, autour d'un axe vertical, passant par le centre de ce globe; et, en se déplaçant ainsi, trace à l'œil des lignes concentriques qui vont et viennent, et qui se représentent en (a, fig. 8, pl. 19). Ces lignes, qui amènent des soupçons, et des soupçons qui révèlent tout à coup une analogie, ce conspirateur est un fœtus qui se coque, et qui se déplace et se rompt et s'échappe dans l'eau, et le *leucophræ* n'est qu'un œuf d'un infusoire tant d'œufs d'insectes sur lesquels que je ne saurais mieux comparer ce qui est servi sur le *leucophræ* conspirateur. J'ai vu sur l'œuf des chenilles et des insectes. Pour vérifier mes soupçons, je pris d'une aiguille, une de ces *leucophræ* (fig. 8, pl. 19), et je la déposai dans l'eau d'un verre de montre, placée au-dessous de mon microscope double. Elle rendait l'observation plus facile, et j'ai parcouru toute la surface pour m'assurer qu'il ne renfermait rien de quel genre que ce fût. Je trouvai, à la place de mon conspirateur, des valves ouvertes par déchirement dans le liquide, un brachion du genre *brachion* (fig. 6, pl. 19, et qui me parut se rapprocher du *brachionus mucronatus* (pl. 28, fig. 6 et 7). La *leucophræ* n'est donc qu'un œuf de brachion sur le point d'éclore. Or il n'est pas rare de trouver ces animaux, à la naissance de leur queue, offrant tous les caractères et les détails du *leucophræ confictor*, c'est-à-dire d'un millimètre en diamètre, tandis que le *brachion* n'a que  $\frac{1}{3}$  environ de millimètre en longueur. Le *leucophræ* (fig. 8) n'avait qu'un brachion (fig. 6), rapport qui explique l'animal qui le porte, ainsi qu'on le voit dans les fig. 26, 29, 30, pl. 28, de l'*Encyclopédie*.

(\*) *Mém. sur l'Alcyonella*, 1827.

(\*\*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. II, p. 244, 1829.

(\*\*\*) Quoique je n'en aie pas la preuve directe, il est plus que

probable que bien d'autres êtres caractérisés par ces microscopiques naissent que des œufs de *leucophræ confictor* et d'autres de *leucophræ* (fig. 4, 8) sont dans ce cas.

prenez soigneusement compte des formes découpures de ses bords, afin de vous exposer à croire que l'animal pousse ses organes, alors qu'en rentrant en l'eau il met à découvert des appendices de même cela est arrivé à Dutrochet, qui a vu d'yeux pédiculés et une paire de brachions dans quatre piquants du test d'un rotifère (fig. 7, *Mémoires sur les végétaux animaux*, 1837).

Ne prenez pas surtout l'anus pour la base des animaux où ces deux ouvertures sont près l'une de l'autre, comme cela a lieu à l'égard des brachions; et à ce sujet il n'est pas d'intérêt de nous livrer à quelques conjectures, sur la structure et les analogies de ces animaux avec d'infusoires. Dans notre mémoire sur les polypes (en 1826), nous avons signalé l'analogie des polypes avec les céphalopodes. Dans les *Annal. des sciences*, 1829, et plus tard, dans la préface du *Nouveau système de chimie*, 1833, pag. 239, nous avons signalé aussi l'analogie, de la structure du rotifère (pl. 19, fig. 1) avec celle des polypes; nous sommes en mesure d'étendre cette grande analogie aux rotifères (fig. 6).

Le rotifère (1576), cet animal jadis porté en roue dans les livres des micrographes aujourd'hui, depuis notre travail sur les polypes, que porteur d'un organe analogue à celui des polypes de l'animal non tentaculé. Ce fer à cheval est qui se couvre de cils d'expiration, et d'expiration les corpuscules dans l'organe de la glutition. La fig. 1, pl. 19, le représentant et attaché par le trident de sa queue à la surface du porte-objet; il a une longueur de  $\frac{1}{12}$  à  $\frac{1}{14}$  de centimètre. Il s'agit plus qu'il a plus épuisé le milieu du porte-objet. Lorsqu'on l'emprisonne dans la chambre du porte-objet à réactifs (486) rempli d'eau on le voit s'étirer d'une manière progressive devenir d'autant plus transparent à mesure qu'il avance. Lorsque le milieu est épuisé, la queue du porte-objet, et il vogue comme un trait qui traverse l'air. C'est le temps que l'animal fonctionne, les deux demi-lunes (*m*) s'écartent et se rapprochent alternativement, comme deux mâchoires que ferait mouvoir la masti-

cation. On voit quelquefois l'animal s'arrêter et se contracter brusquement (fig. 5), et puis se développer avec précaution, pour saisir avec le trident de sa queue (*q*), comme avec une main, un corps étranger qui s'était engagé entre les deux organes respiratoires (*r*), c'est-à-dire dans le canal oesophagien. Une fois débarrassé de cet obstacle, l'animal reprend ses fonctions de respiration, et se met de nouveau à nager dans le liquide. On découvre alors, tantôt à droite et tantôt à gauche, un petit prolongement vermiforme (*an*), dont l'analogie m'avait longtemps échappé; mais je le surpris un jour qui en tirait comme un corps étranger, avec le trident de sa queue, de la même manière que je l'avais vu en tirer un de la sorte de l'orifice buccal; et je présimai que ce prolongement pourrait bien correspondre au prolongement anal des polypes et des poulpes. Le hasard me fournit l'occasion de me convaincre que je ne m'étais pas trompé. En effet, je rencontrai un rotifère en proie à un laborieux enfantement (et tel que le représente la fig. 2, pl. 19), les organes respiratoires rentrés en dedans (*b*), la queue envaginée (*c*), le ventre arrondi, et dans le sein duquel se dessinaient deux grandes masses ovi-formes (*ov*); le plus petit appendice (*an*), en érection, éjectait dans le liquide des chapelets de globules verts enchaînés entre eux, comme les œufs glaireux des batraciens; cet appendice était donc l'analogue de l'appendice anal des polypes, qui est en même temps l'oviducte; et notre rotifère pondait des œufs; notre rotifère est donc un céphalopode non tentaculé, une ascidie armée d'une queue. Dès ce moment, il est permis de désigner son organe (*m*) comme l'analogue du bec interne des poulpes, et les deux points transparents (*o*) comme ses yeux.

5089. Ce printemps de l'année 1837, j'ai eu l'occasion d'étudier, d'après ces données, une foule de brachions, mais surtout celui de la fig. 6, pl. 19, qui se rapporte assez bien au *brachionus ovalis* de l'*Encyclopédie*. Il a environ  $\frac{1}{3}$  de millimètre en longueur; et je l'ai soumis à un grossissement de 350 diamètres, en le tenant fixé entre deux lames de verre. L'organe qui m'offrait le plus d'analogie avec l'organe (*an*) du rotifère (fig. 1) est certainement l'organe marqué des mêmes lettres (*an*) sur la fig. 6. Mais malheureusement c'est celui que les micrographes ont pris pour des mâchoires intérieures, plaçant ainsi, au dedans du corps, ce qui certainement se trouve à l'extérieur, et prenant l'anus pour un appareil

de la bouche. Car cet organe (*on*), n'offre aucun mouvement analogue à celui des mâchoires; il ne change aucunement d'aspect, pendant que tout fonctionne autour de lui, et que l'aspiration fournit à la déglutition une ample provision de globules suspendus dans le liquide. On voit des points verdâtres tourbillonner, comme autour d'un axe et avec une incroyable vélocité, dans l'organe (*s*), exactement comme doit le faire le holalimentaire; l'organe (*s*) est donc le laboratoire de la digestion; c'est la cavité stomacale. Quant à l'organe (*rc*), c'est un large boyau qui se contracte et se dilate comme une outre par des mouvements péristaltiques violents; cet organe ne saurait être l'œsophage, qui n'offre jamais rien de pareil; il ne saurait être que le tube intestinal; or ce tube se termine au sphincter étoilé (*an*), qui, dès ce moment, a tous les caractères de forme et de position de l'anus. L'œsophage doit donc être placé derrière cet intestin et l'estomac, entre le test et ces deux organes, et c'est là sa place chez les polypes et les poulpes. L'organe (*oe*) est peut-être une anse de l'œsophage, que refoule le mouvement des intestins. Mais les deux corps réniformes (*ov*) appartiennent certainement à l'appareil de la génération et sont les deux ovaires. La queue (*q*), analogue à une queue de morue, termine le corps, et joue librement entre le test (*tt*), qui paraît avoir, vers le bas (*α*), quatre échancrures et quatre dents. L'organe respiratoire est placé, comme chez le rotifère (fig. 1), sur la partie antérieure; mais, sur le brachion ovale, il est hérissé de véritables cils immobiles et non vibratiles; et les deux yeux sont, ou bien placés en (*oe*), ou protégés par cet appendice du test osseux. Les brachions sont donc aussi analogues aux céphalopodes par leur structure générale, et leur test peut être considéré comme analogue à l'os de la sèche, mais à un os développe beaucoup plus superficiellement que chez ce dernier animal. Afin de mettre plus à découvert les rapports de continuité de l'organe (*an*) et des intestins, j'ai placé l'animal sous une goutte d'ammoniaque (fig. 7), qui a respecté le test (*tt*), la queue (*q*), qui a rendu plus transparente la portion antérieure du corps (*b*); mais qui, en augmentant l'opacité de l'organe (*an*), ne laisse pas que de montrer que cet organe continue organiquement les organes (*rc*) et (*s*), c'est-à-dire l'estomac et l'intestin de l'animal.

## 2<sup>e</sup> Projet de classification des animaux de l'échelle.

3090. Les différences dans les dimensions ne sauraient être des caractères, pas plus que les infusoires qu'à l'égard des animaux. Si nous classons un rat à côté des mammifères, rien ne s'oppose à ce qu'un microscopique, puisse être classé avec le calmar. Une classification rationnelle se fonde sur les caractères que dans la structure, les rapports de grandeur.

3091. Les rapports de la structure sont souvent signalés par l'analogie de trois organes spéciaux; chez les plus petits, nous avons, dans l'organe respiratoire, un élément d'analogie dont la valeur est dans le cas de tirer un immense profit.

3092. La dénomination d'infusoires est impropre que celle de *microscopiques* indiquerait que ces animaux ne viennent pas des infusions de nos laboratoires, car puisque nous les trouvons abondamment dans toutes les mares et les eaux stagnantes, établirait une différence sur les dimensions qui est arbitraire.

3093. Ne prenons pas le porte-monnaie du nouveau monde, et soyons convaincus que la nature n'a pas fait, dans ses lois, un exemple pour se conformer à nos méthodes. Cherchons donc, dans les infusoires, les analogues des infiniment petits.

3094. Nous avons, dans les plus grandes infusions, trois analogues distinctes et dont il est difficile d'apprécier la valeur. La position de l'organe respiratoire autour de l'ouverture arciforme du tube alimentaire, qui se trouve ramené dans le voisinage, explique enfin les phénomènes de l'expiration lente par le jeu apparent de cils vibratiles qui se montre et sur les mollusques à tous les âges et les autres à un moment de leur existence, et sur les animaux à la plus grande dimension, tels que le bécot, les doris, les méduses, et les trois caractères existent à la fois chez l'individu, la présence de l'un des caractères ne s'oppose pas à admettre l'existence des deux autres. les individus trop petits pour se soumettre à l'observation plus complète.

3095. En conséquence, nous résumons tout en un même embranchement, tous les

ui, à une époque quelconque de leur frent une expiration ciliaire, et se hé- l'une quelconque de leurs surfaces, s cils vibratiles; ce qui comprendrait ent les gastéropodes, les céphalopodes, les actinies et les infusoires.

is réunirions dans la même classe : es, les Actinies et les Polypes sans inal, et qui n'offrent point les cils ; 2° les Poulpes, les Polypes à canal ux Brachions et aux Rotifères; 3° les les Monades aux Ascidies; 4° les Kol- aires, et la plupart des Trichodes on du *trichoda bomba*, qui n'est r'un planorbe à peine débarrassé de ux Planaires; 5° les Cercaires aux 6° les vrais Vibrions aux Helmin- us et Néréides, etc. Enfin, prenant re de division, la position et la forme espiratoire, j'adopterais une méthode ion provisoire des microscopiques, i suivante :

## ANS VERTÈBRES ET INARTICULÉS.

AUX BRANCHIÉS ( qui respirent par branchies, mais dont l'expiration igendre point de cils ) : *hydres, vi- ms, sangsues, helminthes, néréi- , actinies*, etc.?

AUX BRANCHIAIRES (qui respirent des branchies, et dont l'expiration nanifeste par des jets en apparence ires ) : *rotifère, brachion, vorti- e, polypes alcyonoïdes, poulpes, lusques bivalves et univalves, luses, aplysies*, etc. ).

## ANIMAUX BRANCHIAIRES.

LO-BRANCHIAIRES ( qui ont l'organe iratoire placé autour de l'ouverture a bouche ) : POLYPES, POULPES.

ANCHIAIRES ( qui ont l'organe respi- ire disposé sur le pourtour du corps ) : PODES, MONADES, PARAMÈCES.

BRANCHIAIRES ( qui ont l'organe res- itoire double et placé aux deux ex- nités opposées du corps ) : certains ONES?

RANCHIAIRES ( qui ont l'organe respi- ire placé sous le corps ) : certains ONES.

## . Céphalo-branchiaires.

iculés, libres et sans coquille :

POULPE, CALMAR, SÈCHE, TRITON, etc.

β. *Tentaculés, libres, avec coquille* : ARGO- NAUTE ET CÉPHALOPODES MICROSCOPIQUES, MILIOLITES, etc.

γ. *Tentaculés non libres*, et se reproduisant par gemmes aussi bien que par graines : POLYPES ANALOGUES A CELUI DE L'AL- CYONELLE.

2° α. *Non tentaculés, cyclo-branchiaires* (ayant l'organe expiratoire disposé en forme de cercle, autour de la surface antérieure du corps) : VORTICELLES LIBRES ET RA- MIFIÉES, VOLVOCES SOCIALES, GONES, ASCIDIES, etc.

β. *Non tentaculés, hémibranchiaires* (ayant l'organe expiratoire en forme d'un fer à cheval analogue à celui des polypes ten- taculés) : ROTIFÈRES (comprenant tous les infusoires de cette structure qui n'ont pas de test); BRACHIONS (comprenant tous les infusoires de cette structure qui sont munis d'un test); certains BURSAI- RES, certains TRICHODES.

Et je supprimerais sans retour non-seulement les dénominations d'infusoires et d'animalcules microscopiques, mais encore toute dénomin- ation qui tendrait à établir une ligne de dé- marcation, entre les animaux qu'on n'aperçoit qu'au microscope, et ceux qu'on peut apercevoir à l'œil nu.

## DEUXIÈME GROUPE.

### SUBSTANCES ORGANISATRICES.

3097. Substances chez lesquelles l'élément or- ganique (eau + carbone) n'est pas encore combiné en vésicule avec la base terreuse, mais est apte à se combiner ainsi. Ces substances sont toutes solubles dans l'eau froide, et peuvent, même celles qui ne cristallisent pas, devenir solubles dans l'alcool, l'éther, les huiles, à la faveur d'un acide ou d'un alcali. Elles se trouvent chez les végétaux et chez les animaux, à l'état liquide, tantôt dans les cellules du tissu cellulaire, et tan- tôt à l'état de séve ou de sang, dans le réseau vasculaire de la circulation. La plupart s'obtien- nent déjà mélangées avec les sels terreux ou am- moniacaux, qui, sous l'influence de la vie, se seraient combinées avec elles, pour les transfor- mer en tissus. La combustion les isole de ces sels, qui restent à l'état de cendres, ou se décomposent en produits azotés. Le plus fort microscope ne saurait faire apercevoir, dans aucune d'elles, la moindre trace d'organisation, mais seulement des débris d'organes ou des précipités globulaires.

PREMIÈRE DIVISION.

## SUBSTANCES ORGANISATIQUES VÉGÉTALES.

3098. Substances organiques, que l'on retire plus spécialement des végétaux, et qui en général sont, ou bien pures de tout mélange inorganique, ou bien mêlées à beaucoup de sels terreux et à fort peu de sels ammoniacaux.

**PREMIER GENRE.**

GOMME.

3699. La gomme est une substance diaphane, incolore quand elle est pure, légèrement jaunâtre quand elle est mêlée à des corps étrangers; soluble dans l'eau froide, et plus soluble encore dans l'eau chaude; insoluble et par conséquent coagulable par l'alcool, l'éther, les acides minéraux, les alcalis, et par toutes les substances inorganiques avides d'eau, et notamment par les sels de plomb; se transformant par l'action de l'acide sulfurique en sucre, par l'action de l'acide nitrique en acide oxalique, et quelques-unes en acides malique et mucique, sur la nature desquels nous allons nous expliquer. Mêlée, soit à du sucre, soit à du gluten, elle refuse de fermenter, à quelque température qu'on la laisse exposée, et quelle que soit la durée de l'expérience. Mêlée à des substances cristallisables, elle s'oppose d'autant plus à la cristallisation qu'elle entre dans le mélange en des proportions plus considérables. A l'état concret, elle a une cassure conchoïde, et se fendille comme l'albumine soluble (1501), exposée à l'air par couches minces. A une époque voisine de la dessiccation, elle est filante et poisseuse, comme toutes les substances organisatrices ou organisantes qui se dépouillent de leur dissolvant.

5100. L'analyse élémentaire (223), qui ne s'attache qu'à l'évaluation des produits gazeux, constate une identité complète de composition, entre la gomme, l'amidon (882) et le ligneux (1115), trois substances qui peuvent toutes être représentées par 45,76 de carbone, et 36,26 d'eau, enfin par une quantité variable de carbone et d'eau.

3101. La gomme existe chez les végétaux, soit dans les cellules ordinaires, soit dans les cellules longues et pseudo-vasculaires qui forment le réseau séveux des fruits ou du tronc ; on l'obtient

dans le laboratoire par la  
 tion ; le commerce la trouve  
 les écorces qui se crevaient  
 solution de continuité vient  
 cellules qui élaborent la gomme  
 coule goutte à goutte par le  
 vient céder à l'air l'eau de  
 dissolution. Aussi ces grumes  
 cueillis sur les *minima* et les  
 les écorces sont plus spec-  
 accidents, offrent-ils une  
 mamelonnée.

5102. D'où il résulte que jamais être considérée comme de tout mélange, soit qu'elle soit un laboratoire, soit qu'elle soit une réaction ou de la macération d'une gomme, de toutes les substances inorganiques solubles, dont on a mis au contact les cellules; et que les substances s'écoulant par elle issue à la gomme, viennent au contact de l'air. De la gomme provenant de tel végétal, des caractères différents de celui de tel autre. Le chimiste fidèle à l'ancienne méthode verra, par ses réactions, l'indire de tout être différentes, qu'il qualifiera de chimiste, plus philosophe, en changeant la nomenclature, après qu'il aura dans le système; et il part des mélanges, au lieu d'aller à la source, au lieu d'aller à la source.

3103 Nous ne distinguons genre de gomme, une seule substance pour ainsi dire lisseux ligneux, la même dans sa nature intime, et des mélanges plus ou moins association avec plus ou moins, et qui parlant offre au tant les caractères d'un (856). Ces différences, nous tire d'espèces, que nous noms des plantes qui les tiennent au laboratoire ou de

5104 A ces doctrines ou  
mistes universitaires oppo-  
sément irrefragable et  
quel-que-chose n'aurait effacé

<sup>16</sup> = cide



elle que l'on désigne par le nom de *igue*; et l'absence complète de ces gommes obtenues par macération chez la gomme de la fécule. Il fallait ton d'assurance on appuyait sur les premiers moments de notre épuis, et par la méthode académique, un article de foi. Nous répondîmes, que cette différence pouvait être attribuée à l'une ou l'autre des langées avec la gomme arabique, la gomme arabique elle-même. Mais ne se payent pas d'inductions rationnelles détruire les inductions les plus irrégulières faut des faits matériels qu'elles ne voient seulement voir, mais encore toucher, autant d'espèces sonnantes; les acceptent que des valeurs de ce genre-là. Cepta pourtant l'induction, et nous l'œuvre pour transformer l'induction en démonstration; le résultat auquel nous sommes parvenu est le même que nous avons vu dans une foule de circonstances: « on ne peut pas dans la science qu'à recourir à l'induction académique était fondée sur l'interprétation; et l'acide mucique de l'emploi, dont nous allons faire l'usage.

EST-CE QUE L'ACIDE MUCIQUE (\*)? Ce fut découvert par Schéele en 1780, par l'acide nitrique certaines substances de la gomme arabique, la manne, le cre de lait, les gelées. Il le nomma *-lactique* ou *sachlactique*, parce qu'il obtint la première fois du sucre de lait pas assez de ces deux noms pour le distinguer, il l'appela *acide mucique*, lorsqu'il obtint du mucilage (*mucus*).

Pour se le procurer, on prend quatre parties d'acide nitrique et une partie en poudre de sucre de gomme arabique; on soumet à l'ébullition ce mélange dans une cornue tubulée qui transmette les vapeurs de gaz dans un récipient. L'acide réagit vivement avec le sucre; et lorsqu'il ne se dégage plus de gaz, et que l'effervescence a cessé presque, on retire du feu, et l'on trouve dans le récipient un précipité pulvérulent, blanc, que l'on lave à l'eau pure, jusqu'à ce qu'il ne donne plus aucun signe d'acidité.

*réformateur*, n° 11, 19 octobre 1834, 5<sup>e</sup> col. du 1<sup>er</sup> quai.

AUL. — TOME II.

Cette poudre est l'acide mucique, substance insoluble dans l'eau froide, soluble dans soixante fois son poids d'eau bouillante, insoluble dans l'alcool. Sa dissolution, versée dans les eaux de chaux, de baryte, de strontiane, les précipite tout à coup; le précipité se redissout dans une nouvelle quantité d'acide en solution. Il trouble également les nitrates d'argent, de mercure, les chlorures, hydrochlorates et chlorures de plomb; mais il n'agit en aucune manière sur les sels d'alumine et de magnésie, sur les chlorures d'étain et de mercure, sur les sulfures de fer, de cuivre, de zinc et de manganèse. Il produit de l'acide oxalique par l'action de la potasse à 200°. Il rougit faiblement le tournesol. La saveur en est acide; il craque sous la dent; à la distillation, il gonfle, noircit, se décompose, et donne tous les produits des substances végétales que le feu désorganise; et puis un acide qui se sublime et que la méthode académique désigne sous le nom d'*acide pyromucique*. Laugier fit observer que l'acide mucique retiré de la gomme arabique renfermait toujours une certaine quantité de mucate et d'oxalate de chaux, dont, ajouta-t-il, on pouvait le dépouiller par une nouvelle dissolution dans l'acide nitrique faible, qui était censé enlever les sels calcaires et respecter l'acide mucique.

3107. Tels sont les caractères assignés par la chimie classique à l'acide mucique, et reproduits hardiment et sans le moindre doute, en 1835, par la nouvelle édition universitaire du *Traité de chimie* de Thénard, membre du conseil royal de l'Université (t. IV, p. 82). Discutons ces caractères.

3108. L'acide nitrique bouillant a la propriété de transformer en acide oxalique la portion organique du sucre de lait et de la gomme arabique. Mais l'acide oxalique a la propriété de former, avec la chaux qu'il enlève à tous les autres acides, un sel insoluble dans l'eau, que l'acide nitrique peut tenir en dissolution, quand celui-ci existe en quantité suffisante, et qu'il n'est pas décomposé. Or la gomme arabique renferme environ trois sur cent de cendres principalement calcaires. N'est-il pas évident que toutes ces cendres calcaires devront se transformer en oxalates, dans l'opération dont il est question? Or, dès que l'acide nitrique aura été entièrement décomposé ou évaporé, cet oxalate ne devra-t-il pas se précipiter, comme il se précipite, quand nous versons de l'oxalate d'ammoniaque dans une dissolution d'un sel calcaire? Mais ce précipité, produit spontanément dans une solution acide, ne devra-t-il pas conserver opiniâtrément des caractères aci-

des, en vertu de la réciprocité de réactions, dont nous nous sommes occupé au commencement de cet ouvrage (57).<sup>2</sup> S'il en est ainsi, votre acide mucique menace de n'être autre chose qu'un oxalate de chaux imprégné d'une plus ou moins grande quantité d'acide oxalique libre ou d'acide nitrique et nitreux, acides à la présence desquels cet oxalate de chaux sera redevable d'une certaine solubilité dans l'eau chaude; et dès ce moment, toutes les réactions attribuées à un acide eût *generis* s'expliquent, avec un incontestable succès, par la formation de notre oxalate de chaux acide. Tous les précipités, en effet, déterminés par une dissolution d'acide mucique, le sont également par un oxalate soluble avec excès d'acide oxalique; et l'acide mucique deviendra d'autant moins acide et d'autant plus oxalate de chaux neutre, qu'on le soumettra plus longtemps et plus souvent à des lavages à l'eau bouillante. Quant au lavage par l'acide nitrique faible, par lequel Laugier avait en vue de débarrasser l'acide mucique du mucate et de l'oxalate de chaux de surcroît, ce lavage ne servira qu'à diminuer la quantité d'oxalate acide, sans rien changer à ses caractères trompeurs; et par la combustion, circonstance à laquelle l'ancienne chimie n'a pas prêté la moindre attention, on obtiendra proportionnellement tout autant de cendres calcaires qu'au paravant. Cette induction est inexorable; il faut en admettre les conséquences ou tomber dans l'absurde. Elle pourrait se passer au besoin de la contre-épreuve de l'expérience. Mais nous n'avons pas omis ce dernier moyen de démonstration.

3109. Nous avons reproduit de toutes pièces de l'acide mucique, par le procédé de Schéele. Examiné au microscope, le précipité n'offrait que des cristallisations rongées sur les angles, comme le sont tous les cristaux imprégnés d'un acide libre, ou des parallépipèdes offrant leur pyramide de champ, et ne dépassant, ni les uns ni les autres,  $\frac{1}{25}$  de millimètre en longueur. J'ai fait bouillir le premier précipité dans l'eau distillée, il s'y est redissous pendant l'ébullition; et par le refroidissement, j'ai obtenu de beaux cristaux ayant exactement les mêmes formes cristallines et les mêmes dimensions ( $\frac{1}{32}$  en largeur sur  $\frac{1}{6}$  en longueur) que les cristaux d'oxalate de chaux, que j'ai découverts pour la première fois, dans les tubercules d'iris de Florence, et que représentent, considérablement grossis, les fig. 7 et 8, pl. 8, c'est-à-dire des prismes rectangles, terminés en une pyramide à quatre faces par décroissement

sur les angles, et offrant quelquefois une extrémité opposée à la pyramide, une qui est le chivage du cristal brisé à l'angle. Par l'incinération, ce précipité formé en carbonate calcaire, ou l'oxalate de chaux.

3110. J'ai redissous le précipité nitrique étendu d'eau, ainsi que l'indigier, et le précipité, que n'avait point de quantité de liquide employé, n'a point d'autres caractères chimiques ou physiques que le précédent; en sorte qu'il est évident que Laugier n'a pas poussé fort loin sa recherche, et qu'il a exprimé en cela un non un résultat.

3111. Donc l'acide mucique des acides que de l'oxalate de chaux, imprégné, qui a transformé en acide oxalique l'organique, et d'acide oxalique lui-même se produira de l'acide mucique, en l'acide nitrique toutes les substances organisatrices ou organisantes, qui langées à des sels calcaires. Donc en à des sels calcaires les substances de plus pures, le sucre de canne et la gomme, on obtiendra, par ce traitement mucique de ces substances, qui, avant n'en donnaient pas la moindre parcelle. C'est ce que j'ai fait et ce qui m'est réusé. Le précipité s'est opéré temps et avec tous les caractères chimiques que par la gomme ordinaire suffit de soumettre à l'action de l'acide bouillant, un mélange d'une solution d'acétate de chaux et de sucre de canne.

3112. Lorsque je dis oxalate de chaux, je ne prétendrai pas cependant affirmer qu'il n'y a pas de l'acide de chaux, sel et voisin par sa composition et par son mode de cristallisation. Mais avant de m'expliquer plus à cet égard, je dois dire que j'ai observé une quantité des cristallisations lenticulaires de cristallisations rectangulaires, lorsque l'acide nitrique n'a pas été employé en grande quantité, pour transformer la substance organique en acide oxalique, matière a conservé l'aspect filant de l'Or, en nous occupant de l'analyse du sucre nous aurons l'occasion de démontrer que la cristallisation lenticulaire est celle du potasse ou de chaux, qui cristallise dans un mélange d'acide acétique et d'albumine.

quant à la composition élémentaire (225) se assigne au prétendu acide mucique, pas la moindre différence essentielle de l'acide tartrique, pourvu qu'on deux analyses dans le même auteur.

n'existe donc plus de différence entre s et les substances gommeuses ; car la telle on fût en droit d'attacher quelque : résidait dans la fausse interprétation ité.

ous allons les décrire comme espèces, igrant par les moins mélangées, et finis-elles qui sont plus près de s'organiser et qui par conséquent sont plus riches es accessoires.

#### PREMIÈRE ESPÈCE.

##### Gomme d'amidon (909).

nous cherchons à évaluer les diffé- la méthode ancienne établit entre la soluble de la fécule et la gomme ara- se comme type de toutes les autres nous trouverons qu'elles se réduisent uivantes : 1<sup>o</sup> l'iode colore en bleu la soluble de la fécule, et en jaune la ibique ; 2<sup>o</sup> la gomme arabique fournit nucique par l'acide nitrique, et la sub- ible de la fécule n'en produit pas. Or ns de démontrer que cette dernière t se traduire par celle-ci : La gomme ossède en abondance des sels calcaires, ue absolument la substance soluble de différence qui réside dans toute autre que la substance intime des deux quant à la coloration en bleu par l'iode st un caractère que nous retrouvons le substances différentes sous tous les orts, qu'il ne saurait à lui seul consti- ifférence entre deux substances iden- s tout le reste de leurs propriétés ; en effet, indique que ce phénomène de est dû à une substance étrangère, qui ccessoirement à la substance principale. ois ces deux caractères éliminés, la soluble de l'amidon est une gomme avec la gomme arabique, mais une 'état de la plus grande pureté possible organique. C'est elle que l'expérience ttre de préférence aux essais, qui ont le constater la composition intime des organiques.

nalé une autre différence entre l'ami-

don et la gomme arabique. L'acide sulfurique faible ne transforme pas en sucre la gomme d'a- midon torréfié ; le sous-acétate de plomb, l'infusion de noix de galle ne la précipitent pas ; l'eau de baryte ne la trouble même pas. Cela est vrai de la fécule obtenue par torréfaction, et cela serait également vrai de la gomme arabique torréfiée. Mais cela n'est plus vrai de la gomme de fécule obtenue par le procédé de notre première décou- verte, par la séparation des téguments et de la substance soluble de la fécule. Or, avant de s'occuper de constater des caractères distinctifs, il faut avoir soin de placer les substances dans les mêmes conditions. La substance soluble de la fécule offre tous les caractères essentiels d'une dissolution de gomme ; et quant aux différences que présente la dissolution de l'amidon préalable- ment torréfié, nous les retrouvons toutes dans la dissolution de gomme torréfiée au même degré et en même quantité.

3117. On obtient la substance soluble de la fécule, en faisant bouillir de la fécule de pomme de terre, ou toute autre fécule pure de tout mé- lange, dans une quantité d'eau telle que la fécule ne se prenne pas en empois (une partie en volume de fécule dans vingt parties d'eau pure environ). On retire du feu au bout de quelques minutes ; on jette le liquide dans un vase cylindrique vertical, long et d'un faible diamètre, muni d'une tubulure vers la base, à une hauteur indiquée par la quantité sur laquelle on opère. Lorsque par le refroidissement tous les téguments se sont tassés au fond du vase, on fait écouler la portion lim- pide du liquide en ouvrant le robinet de la tubu- lure ; on fait évaporer sur des vases plats, ou par évaporation spontanée à l'air atmosphérique, ou bien à la machine pneumatique ; et on obtient une gomme d'autant plus blanche que le degré de chaleur a été moins élevé, et qui peut être substi- tuée avec avantage à la gomme arabique ou du pays, dans une foule de circonstances, où celles- ci contrarient le succès d'une opération, par la surabondance de leurs impuretés ou de leurs sels terreux.

3118. On pourrait séparer également par le filtre les téguments de la substance soluble. Mais les téguments passeraient en grand nombre à travers les filtres les plus fins ; et à un certain degré de finesse, les téguments finiraient par obstruer les pores du filtre. En sorte, que dans les opérations en grand, ce procédé présenterait moins d'avantage et se prêterait à moins de pré- cision que le premier.

## DEUXIÈME ESPÈCE.

## Gomme artificielle.

3119. Le ligneux (1106) qui forme les parois de toute cellule végétale rigide, étant une combinaison progressive de gomme ou élément organique d'un côté, et de bases de l'autre, de même qu'on obtient à part les bases terreuses, en éliminant par le feu l'élément organique sous forme gazeuse; de même on peut obtenir à part l'élément organique sous forme gommeuse, en s'emparant, au moyen d'un acide puissant, de la portion de base qui servait à lui donner la consistance et la rigidité d'un tissu. On obtient ce résultat en traitant les chiffons de toile par l'acide sulfurique concentré à la température ordinaire, saturant par la craie et filtrant. Nous avons déjà exposé les détails et la théorie du procédé (1161).

## TROISIÈME ESPÈCE.

## Gomme arabique.

3120. Cette gomme découle de l'écorce crevasse des acacias du Levant (*acacia vera*), des acacias d'Arabie (*acacia arabica*), de l'acacia du Sénégal (*acacia senegal* et *peresk*), etc., sur lesquels on la recueille concrétée en mamelons arrondis, chagrinés à la surface, durs et caessants, à cassure conchoïde, d'une couleur blanche par réflexion, et légèrement jaunâtre par réfraction, d'une transparence qui le dispute à celle du mica. Sa pesanteur spécifique varie de 1,31 à 1,48, selon les saisons et selon les circonstances atmosphériques, sous l'influence desquelles elle a été recueillie; c'est-à-dire selon qu'elle a été plus ou moins séchée au soleil, et qu'elle est encore plus ou moins imbibée de l'eau de végétation. Elle se dissout lentement dans l'eau, et en passant par tous les états des tissus commençants: d'abord poisseuse, puis filante, puis sirupeuse, et enfin rendant l'eau opaline. Mais elle se dissout plus rapidement dans l'eau bouillante; en refroidissant elle laisse déposer une foule de débris ligneux, et même des grains de sable, qu'il aurait été impossible de distinguer avant la dissolution, dans sa substance, même en l'examinant à travers jour. Ce sont des corps étrangers que l'agitation de l'air attache à chacune des couches qui se forment, lorsqu'elles sont encore à l'état sirupeux, et qui finissent par être si bien emprisonnés dans la gomme, qu'il ne reste plus autour de ces corps aucune lacune capable de dévier d'une manière

opaque (577) les rayons lumineux et détritus, visibles à l'œil nu, et qui, de par leur nature, selon les régions et la température, la gomme laite en suspension de quantité innombrable de débris de microscopique dimension, qui passent à travers le filtre, rendent l'eau opaline, et s'opposent à toute espèce de clarification du sirop de gomme. Les procédés ordinaires (1544) de clarification est d'exposer brusquement la solution gommeuse à une température qui, en contractant le volume de ces débris, en augmente la densité, et les précipite. Une solution qui renferme environ 100 parties de gomme arabique, ne passe plus à travers le papier (810).

3121. La gomme arabique n'est pas alcaline, et cependant, par la distillation, elle dégage force produits ammoniacaux; l'ammoniaque y existe à l'état de combinaison (263) elle donne 3 environ sur 100; et les cendres sont formées de carbonate de chaux, et de phosphate de chaux et de silice, et pourtant la dissolution gommeuse ne montre aucune effervescence par les acides; n'y existe pas à l'état de carbonate de chaux, est le produit de l'incinération, d'un côté, si l'on précipite une dissolution de gomme arabique, par l'acide oxalique, que le réactif ne détermine plus le précipité dans le liquide, que l'on décante le précipité, l'évapore et qu'on l'incinère, on trouve de la chaux dans les cendres, que l'on versera dès lors en état de précipiter. Addition de chaux, d'abord rebelle à l'acide oxalique, existant dans un état de combinaison intime avec la substance même de la gomme, elle formait la base d'un phosphate (853). Mais quant à l'autre portion de la dissolution gommeuse, ou bien à l'état de base non intimement combinée avec la gomme, ou bien à l'état de combinaison végétale. Vauquelin pensait que cet acide acétique ou malique; mais l'analyse devrait, dans ce cas, dégager de l'acide acétique.

3122. Lorsqu'on mêle ensemble la dissolution de gomme arabique avec de l'acide phosphorique, ou même de l'acide phosphoreux, il s'en dégage une forte odeur d'acide phosphoreux. Si, après avoir précipité avec l'acide



aux qui est susceptible de l'être dans on de gomme arabique, on décante, e l'excès d'acide par de l'ammoniaque, vapore jusqu'à consistance sirupeuse, se une odeur extrêmement prononcée te échauffée; or qu'a-t-on ajouté à la r lui communiquer cette odeur animale? ise d'ammoniaque; on a fait une sub- nale, en associant la substance végétale aine quantité d'ammoniaque 8 43). La gommeuse, pure de toute réaction, a fade et calcaire; elle répand en brûlant le caramel; par le grillage, elle devient luble dans l'eau, de même que par la pul- La pulvérisation met la même quantité avec le liquide, par un plus grand surfaces. Le grillage pulvérise aussi, l surtout en détruisant la cohésion des commencent à s'organiser, et en ren- ise plus perméable au liquide.

ais puisque la gomme renferme tant de étrangères à son organisation, il serait ne pas en tenir compte, dans l'inter- es phénomènes qu'elle offre au contact, et d'attribuer à la gomme elle-même, res qui peuvent venir de tant de choses uvent associées avec elle. Il est un émontrer que ces réactions ne sont le la gomme elle-même; c'est qu'elles sentent plus, sur les gommes que l'on de considérer comme les plus pures ar exemple sur la gomme d'amidon. La éthode est appelée à faire, un jour, la tes ces réactions avec la plus sévère; c'est avec toutes ces réserves que onnerons les réactions suivantes. La bique est, comme l'amidon, coagulée x, la potasse caustique (50), les acides; et ce coagulum, lorsqu'il n'a pas été longtemps par la chaleur, se redissout des et le bitartrate de potasse; elle est ar le sulfate de fer en un magma luble dans l'eau froide, soluble dans que et dans la potasse; en brun par le : fer; enfin par le nitrate de mercure e de potasse; et surtout par les sels plomb, le sous-acétate ou le sous-épôt est blanc et composé de 61 de riron et de 38 d'oxyde de plomb, chimistes; mais il est possible que

le plomb s'oxyde pendant l'incinération, au moyen de laquelle on cherche à éliminer la matière organique, et que le précipité ne soit qu'un pseudo-tissu ayant pour base le plomb (856). L'acide sulfurique non concentré la colore de plus en plus, depuis la couleur brique jusqu'au brun et au noir jais; l'acide très-concentré la respecte comme toute autre substance; à chaud, l'acide sulfurique faible réagit sur la gomme comme sur le ligneux (1160), et la transforme en sucre de raisin.

3124. La gomme exerce, sur la cristallisation du phosphate de chaux, une influence propre à expliquer comment il se fait que le phosphate de chaux, qui se précipite à l'état amorphe dans nos réactions de laboratoire, se trouve cristallisé d'une manière si régulière dans les tissus végétaux. Ayant déposé, un jour, du carbonate de chaux, du bicarbonate de soude et de l'acide phosphorique en excès, dans une dissolution de gomme arabique, à l'instant où je versais, dans le mélange, de l'ammoniaque, pour saturer l'excès d'acide phosphorique, il se forma un précipité cristallin de phosphate de chaux, dont les formes, examinées au microscope, étaient entièrement identiques avec celles qu'affecte le phosphate de chaux que je venais de déterminer chez une foule de végétaux, et dont nous nous occuperons plus spécialement dans la dernière classe de ce système.

3125. Les chimistes ont trouvé que 100 de gomme traitée par l'acide nitrique, donne 16 à 20 d'acide mucique; ce qui est conforme à la formule, en admettant que ce prétendu acide n'est que de l'oxalate de chaux, qui, en cristallisant, s'associe plus ou moins intimement à de l'eau, de l'acide oxalique libre et surtout de l'acide nitrique. Mais le chiffre variera d'autant plus qu'on cherchera à obtenir le prétendu acide à l'état de la plus grande pureté, au moyen de fréquents lavages à l'eau pure.

3126. L'analyse élémentaire de la gomme arabique présente la composition suivante :

		Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.	Azote.
Gay-Lussac (228)		42,23	50,84	6,93	
Berzélius. (238)	{	42,68	50,95	6,37	
		41,90	51,30	6,80	
Saussure. (242)		45,84	48,26	5,46	0,44
Proust..... (803)	{	(*) 36,30	56,63	7,07	
		(**) 41,40	52,09	6,51	
			eau.		

en poudre et sans avoir été exposée à l'obscurité. roir été exposée à une température de 95 à 100° n 20 heures; elle avait perdu 12,4. A une tem-

pérature de 150 à 180°, elle prend en six heures une couleur brune de plus en plus foncée.



Nombres d'après lesquels la manière de calculer de la théorie atomistique trouverait, à la faveur du jeu d'esprit dont nous avons fait pressentir la futilité (803), que la gomme peut être représentée par les formules suivantes :  $C^{13}H^{12}O^6$ ,  $C^{12}H^{10}O^5$ ,  $C^{11}H^8O^4$ ,  $C^9H^{12}O^6$ , en réformant le calcul par l'interprétation, et donnant le coup de ponce à l'un et à l'autre (\*).

3127. Gay-Lussac a tenu compte de la quantité des sels terreux que la gomme arabique renferme. Berzélius a opéré sur la gomme précipitée par l'oxyde de plomb, gomme qu'il regarde comme pure de tout mélange. Mais ni l'un ni l'autre n'ont eu l'occasion de constater un dégagement d'azote; Saussure est le seul qui mentionne cette substance, et en bien faible quantité. Ces analyses sont donc en défaut; car la gomme renferme en abondance des sels ammoniacaux. Ensuite, la gomme renferme des sels terreux à acide végétal, il est évident qu'à l'insu de l'analyste, les produits de ces acides se sont réunis, sous le récipient, aux produits spéciaux de la gomme arabique elle-même. Mais ce que nous avons moins de facilité à nous expliquer, c'est qu'en procédant d'une manière diamétralement opposée à celle de Gay-Lussac, Berzélius se soit pourtant rencontré de si près avec ce dernier chimiste. Les deux analyses de Proust nous indiquent cependant suffisamment combien les résultats varient, selon que l'on opère sur une gomme soumise préalablement à des procédés divers. Dans la première de ses analyses en date, Berzélius se rapprochait moins des résultats de Gay-Lussac que dans la seconde; n'y aurait-il pas un peu de bonne volonté dans cette concordance? Dans notre *Essai de chimie microscopique*, nous avons posé en fait que l'analyse de la gomme, exécutée d'après les procédés anciens, ne présenterait jamais les mêmes nombres à deux auteurs différents, ni au même auteur. Guérin-Vary (\*\*) s'est chargé de nous en fournir un malheureux exemple dans un travail hérissé d'analyses d'une substance tant de fois analysée. Ce sont là de ces travaux d'autant plus nuisibles aux progrès de la science, qu'ils s'offrent sur le papier avec la plus grande apparence de précision. Que penser d'une méthode qui trouve que les gommés les plus identiques diffèrent entre elles, en ce que le gomme du Sénégal possède, sur 100, 43,59 de carbone; celle de cerisier, 43,89; celle

de l'abricotier, 44,03; celle de celle du pêcher, 45,17, celle de et cela quand on voit la gomme Berzélius, tantôt 41, tantôt 45, Saussure 45, et à Proust 36 et pas mention de ces laborieuses elles n'étaient pas le fruit des taires. Mais que voulez-vous? à nos grands corps composés de dernier ressort, un vice de la pas de l'observation; au lieu ils vous répondent en s'y ruant lieu d'y glisser, ils y font la venu.

3128. Complétons la citation mes élevé assez haut contre ce me imposées à des mélanges; répond en changeant le mot de en celui d'arabine; vous vous un, on vous en donne quatre. diffère-t-elle de la gomme arab vous dit gravement Thénard, Chevreul (qui est l'auteur de fine, que nous appellerions, par culpabilines, si nous avions laire), c'est que l'arabine co tièrement la gomme arabique Sénégal. C'est la gomme m c'est-à-dire, c'est la gomme mo pas!

## QUATRIÈME ESPÈCE

## Gomme du pays

3129. On la trouve en larm visqueuses, selon les saisons, grossier d'une noisette ou de noisettes, non-seulement sur écorces de nos amygdalacées, pomacées, mais encore sur le de leur fruit. L'écoulement en certains troncs, que l'arbre ne des signes de décadence, prenant l'effet pour la cause, de gomme à la maladie qui de les longues cellules gommeuses qu'ils trouvent à cette hémorrh jusqu'au vif la plaie qui suit la recouvrir d'un mélange cap

(\*) Berzélius admet la formule suivante  $C^{13}H^{12}O^{12}$ . Mais le plus curieux des inductions qu'il en ait fournies ce genre de calcul, c'est que le poids de l'atome de la gomme arabique s'élèverait au chiffre énorme de 2343,53, en sorte que l'atome de la

gomme serait deux fois plus pesant que la théorie qui arrive à de pareils résultats doit de représenter la nature

(\*\*) *Annal. de ch.* 1804, page 100.

putée à l'influence du hâle et de bstitué aujourd'hui un mélange de ébenthine au mélange rustique d'*ar-nuse de vache*, que les jardiniers sous le nom d'*onguent de Saint-ni* avait le double mérite de coûter et de remplacer la portion dénudée du es conditions favorables au dévelop-sus radiculaires. Mais l'agronomie savante que la routine, par cela seul t les mains plus propres.

omme du pays découlant du tronc des doit offrir des réactions (3102) ie la gomme arabique qui découle mimosées. Elle en diffère par ses us le rapport de la solubilité et de la gomme qui se concrète sur rbres de nos climats septentrionaux, le la gomme qui se concrète sur les es de la zone torride, comme la de gomme diffère d'elle-même, sous rsqu'elle a été soumise à la torréfac-ent que nos gommes du pays sont les, plus molles, plus visqueuses, n moins grande quantité que les iques du Levant ou du Sénégal. La e dissout dans l'eau, nos chimistes *arabine*, et celle qui reste visqueuse ls la nomment *cérasine*; d'aucuns distinguer une *prunine*; et nous ne pourquoi ils n'admettent pas, au ne *amygdaline*, une *abricotine*, une ar nous sommes sûr qu'avec un peu ce, ils trouveront, sous ce rapport, s particuliers à la gomme d'amandier, abricotier, et à celle du pêcher. Pour ommes fatigué de rire, en les voyant on apprenne aux élèves que la gomme ar exemple, renferme 52,10 d'arabine, sine (ni plus ni moins, pas une dé-s ou de moins), 12,00 d'eau, et 1 de es; enfin, ce qui est encore plus tout le reste, que l'*arabine est avec la cérasine*. Changez *isomé-ntique*, et n'en parlons plus.

gomme, étant un tissu rudimentaire, ne série indéfinie de degrés sous le solubilité dans l'eau, depuis l'état 'à l'état gluant; donnez un nom à n de sable, vous pourrez dès lors de donner un nom à chacun de ces gomme du pays est employée par

l'industrie à une foule d'usages, où elle remplace avantageusement, à cause de son bas prix, la gomme arabique; elle sert à tenir en suspension les matières colorantes d'une densité plus grande que celle de l'eau ordinaire, à faire de l'encre et des laques. Elle renferme de l'acide gallique, qui la rend astringente, des traces d'acide prussique, qui se décèle à l'odorat. Sa viscosité fait que l'alcool ne la précipite pas en entier, et que l'acétate de plomb ne la précipite qu'au bout de vingt-quatre heures; car les réactifs ne précipitent que les substances avec lesquelles ils peuvent se mettre en contact, et partant que les substances dissoutes. C'est ce qui fait encore que cette gomme n'est troublée ni par les sels de fer, ni par le silicate de potasse, ni par le nitrate de mercure, ni par la noix de galle, et qu'elle est coagulée par le chlorure d'étain. Les chimistes qui ont constaté ces résultats négatifs n'auront pas attendu, pour se livrer à leurs essais, que la gomme du pays se soit placée dans les mêmes circonstances que la gomme arabique. En effet, desséchez la gomme du pays pendant six heures à une température de 100°; pulvérisez-la ensuite, et faites-la dissoudre dans l'eau chaude; elle vous donnera, avec les réactifs précédents, les mêmes précipités que la gomme arabique.

#### CINQUIÈME ESPÈCE.

**MUCILAGE** ou mélange de gomme et d'une immense quantité de tissus ligneux ou glutineux (**BASSORINE** Vauquelin: **DRAGANTINE**, ou gomme adragant; **MUCILAGE VÉGÉTAL**).

3133. Nous avons vu (1264) que le gluten est susceptible de s'imbiber d'eau d'une manière presque illimitée, et qu'il devient même soluble dans l'eau et l'alcool, à l'aide d'un acide ou d'un alcali. Nous avons suffisamment établi (1106) qu'avant d'arriver à l'état ligneux, les tissus passent par toutes les nuances de ductilité et de viscosité imaginables, à partir de l'état d'une apparente dissolution. Tout tissu commence par être gomme, et la gomme est par conséquent emprisonnée dans toute espèce de cellules où s'élaborent de nouveaux tissus. Celle qui coule des écorces qui se crevassent, se trouvait renfermée dans les longues cellules qui s'élèvent de la base au sommet du tronc, cellules qu'on a improprement nommées *vaisseaux*. Nous verrons plus bas que, chez certaines plantes, ces vaisseaux renferment en outre du gluten ou albumine végétale en dissolution et en suspension.

3134. Il est donc évident que, dans beaucoup de cas, la gomme qui s'écoule des écorces, rencontrera sur son passage des tissus plus âgés qu'elle, et des liquides glutineux, des cellules même et de l'amidon, qu'elle emprisonnera dans sa substance desséchée. Mais ce mélange aura lieu avec plus de variété encore lorsqu'on extraira la gomme par la macération; le râpage, en effet, éventrant un plus grand nombre de cellules, mettra en contact avec le même liquide un plus grand nombre de substances diverses à la fois. Or, si le chimiste ne demande pas à la physiologie les moyens de faire la part de toutes ces circonstances, il sera exposé à voir dans ce mélange une substance *suï generis*, à la faveur des caractères des éléments qui le composent.

3135. C'est à l'absence de cette méthode que nous sommes redevables des dénominations spécifiques qu'on a données à la gomme *bassora* et à la gomme *adragante* (*bassorine* et *dragantine*), etc.

3136. GOMME ADRAGANT OU ADRAGANTE. — Elle découle du tronc d'un arbuste de l'île de Crète et de l'Archipel (*astragalus tragacantha*, *creticus* et *gummifer*) sous forme de petits rubans vermiculés, d'un blanc rougeâtre. Dans l'eau, elle se gonfle et acquiert un volume 100 fois plus grand; bouillie dans l'eau, elle forme empois; et au bout d'un quart d'heure d'ébullition, si on la laisse refroidir, elle se divise en deux portions, l'une qui se précipite, comme le font les tégu-ments de la fécule, et se tasse au fond du vase; et l'autre qui est limpide et renferme une gomme absolument semblable, par toutes ses propriétés, avec la gomme arabique (3120). Quelques fabricants de produits chimiques vendaient le précipité bien lavé, sous le nom de *dragantine*, et en cela ils étaient plus conséquents que les chimistes théoriciens. Mais lorsque nous entreprîmes l'étude physiologique de la chimie organique, en 1827 (\*), il nous fut facile de démontrer que cette prétendue substance immédiate ne se composait que de tissus cellulaires de divers diamètres et de diverse ductilité, parmi lesquels on distinguait, même avant toute coloration par l'iode, de beaux grains

de fécule (885) analogues à ceux de la pot- terre (\*\*). Ces faits expliquent très-bien le caractère spécial de la gomme adragante. Les tissus végétaux ont été entraînés en grand nombre par la gomme qui s'écoule de ses crevasses. La gomme se trouve emprisonnée entre leurs lamelles même dans leurs mailles; elle prend en s'attachant la forme tortillée que ses rubans affectent, car tout tissu végétal se tortille en s'attachant. Lorsque vous déposez cette substance dans l'eau froide, elle s'y imbibe, et les tissus commencent à s'écarter les uns des autres en s'imbibant; ce qui arrive au marc passé à la presse et exposé à l'air, que l'on dépose ensuite dans l'eau, la gomme adragante se gonflera donc dans l'eau froide, qui s'emparera à la longue de la gomme soluble et désagglutinera les tissus, de telle sorte que la moindre agitation suffira pour la faire monter en suspension. Mais cette action sera d'autant plus rapide, que la température sera plus élevée; aussi, dans l'eau bouillante, les effets seront-ils presque instantanés; mais la gomme obtenue par filtration ou par décantation bleuirait avec la solution d'iode.

3137. Hermann, qui n'était pas aversé de ces choses, a fait l'analyse élémentaire de la gomme adragante, et il l'a trouvée composée de :

Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
40,50	52,89	6,6

Mais Berzélius, qui était averti, a eu l'air de chercher à donner une formule atomistique à ces résultats, en nous représentant un mélange de choses hétérogènes, comme une substance immédiate, composée de 10 atomes de carbone, de 20 atomes d'oxygène et de 10 atomes d'hydrogène =  $C^{10} O^{20} H^{10}$ .

Guérin-Vary a renchéri sur cette inconséquence en faisant scrupuleusement l'analyse de la substance insoluble d'une part et de la substance soluble de l'autre; et il a cru trouver ces deux proportions variables du mélange gommeux et de la fécule ainsi qu'il suit :

	Carbone	Oxygène.
Substance soluble.	43,46	50,28
Substance insoluble.	35,79	57,10

Le conseil royal de l'université peuvent bien défendre à leurs auteurs de leurs ouvrages universitaires de citer ces résultats; mais la défense ne devrait pas impliquer la condamnation de leurs recherches. La gomme, substance soluble, ne se voit pas au microscope sous forme de globules; ne présente pas de bosselures (582) des tissus pour des globules, et ne se voit pas pour des globules de gomme.

(\*) *Bulletin des sciences physiques, chimiques et mathématiques*, 1<sup>re</sup> section du *Bulletin universel*.

(\*\*) Nous lisons dans la nouvelle édition du *Traité de chimie* de Thénard (p. 331, t. IV): « L'on peut encore examiner la gomme adragant au microscope, et l'on verra deux sortes de grains, les uns arrondis, d'autres beaucoup plus gros, beaucoup plus nombreux et de forme oblique. Les premiers sont formés d'amidon, et les autres de gomme pure. » Les membres du

rait pour la gomme adragante in-

Oxygène.	Hydrogène.
$\frac{107,38}{2} = 53,690$	$\frac{13,37}{2} = 6,685$

se rapproche, il est vrai, de celui que qu'il est très-facile d'arranger mais l'analyse de la portion inso- lement erronée; elle devrait se rap- : du ligneux (1115), dont le car- 49 à 52.

alyses ne mentionnent pas l'azote, mme adragante, ainsi que la sui- aient en quantité appréciable des mmoniacales qui se décèlent à la

: DE BASSORA. — Elle présente les ènes d'imbibition et de dissolution adragante. Aussi a-t-elle fourni à e le nom de bassorine, au même mme adragante avait fourni celui La bassorine est le mélange in- is de la gomme bassora. La gomme morceaux d'un blanc légèrement offrent des cavités et des excrois- nnées, des aplatissements et des moins profonds. La densité serait, 59, celle de la gomme adragante

AGE. — C'est le mélange gommeux ué de tous; il offre les caractères s, selon qu'on l'extrait de telle telle autre plante. On l'obtient par par décoction (29,32). Il est tou- vec plus ou moins d'intensité; et nstance essentielle dans laquelle e de toutes les différences que le ente par rapport aux gommes. Car l est presque toujours l'acide acé- ropriété de rendre solubles et les x, et les huiles et les résines. Or stances existent à la fois avec la s substances que l'on soumet à la les y existent séparées et emprison- lans un organe distinct; elles sont ace par le râpage; et en se mêlant, uniment et confondent dans une ilité, tous les caractères qui les isolées. De là vient que la décoc- -TOME II.

tion ne fournit pas un liquide tout à fait identique à celui qui provient de la macération; car, par l'ébullition, l'acide acétique qui rendait le gluten et l'huile solubles se dégagè, et abandonne ces deux substances à leur insolubilité, sous forme d'un coagulum albumineux, qui vient se réunir à la surface, sans parler ici des sels insolubles dans l'eau pure, qui se précipitent par suite de l'éva- poration de leur menstrue.

3141. On extrait le mucilage de la graine de lin et des pepins de coings par la macération ou par l'ébullition; on passe à la passoire. Le mucilage sort par le hile de la graine (2071). Le mucilage du macis ( arille de la noix muscade ) renferme, comme celui des lichens (1037), de l'amidon so- luble. Le mucilage du salep est riche en globules de fécule (1033), que l'ébullition fait éclater. Les pétales des fleurs donnent à froid un mucilage filant, dont les réactions varient à l'infini, selon les espèces de plantes. Enfin la matière saccha- rine abonde dans le mucilage des racines pivo- tantes.

3142. Le mot de *mucilage* est donc, non pas une dénomination spécifique, mais une expres- sion elliptique qui tient lieu d'une périphrase.

#### *Usages de la gomme.*

3143. On se sert de la gomme arabique pour donner du lustre aux étoffes de soie ou autres tis- sus, du luisant aux couleurs sur papier, pour tenir en suspension les matières colorantes et en former des laques et pour les fixer sur les surfaces. On se sert de la gomme du pays pour les usages les plus grossiers et pour l'encre à écrire. La gomme a le défaut de se fendiller, lorsqu'elle entre en trop grande proportion dans un enduit; on obvie à cet inconvénient, en la mélangeant à un savonule de térébenthine, ou bien à une certaine quantité d'alun, de potasse et de colophane bouil- lies ensemble.

3144. On emploie la gomme arabique en méde- cine, comme moyen antiphlogistique, dans la diète, contre les gastrites et entérites. On a tort de recommander à Paris le sirop de gomme; car la plupart des pharmaciens ont l'indélicatesse de le fabriquer avec de la cassonade seule, ce qui ne remplit aucune des conditions thérapeutiques de la gomme. Le sirop de cassonade est d'une grande limpidité, tandis que le sirop de gomme offre toujours un aspect louche. Comme la gomme fond lentement dans l'eau froide, on la fait bouil- lir dans 10 fois son volume d'eau, en ayant so- de ne la jeter dans l'eau qu'à l'instant de l'ébul

tion, et de remuer quelque temps la masse, pour que la gomme ne s'attache pas au fond du vase, où une partie se décomposerait. On mêle ensuite cette dissolution à une quantité de beau sucre égale à la quantité de gomme employée; on fait bouillir le mélange jusqu'à consistance sirupeuse, et l'on est sûr ainsi d'avoir un sirop de gomme de bonne qualité pour les besoins imprévus.

3145. La gomme que l'on mange en morceaux agit souvent d'une manière toute contraire à la gomme que l'on prend en breuvage; elle échauffe au lieu de calmer; elle dessèche les tissus au lieu de les humecter et de les rafraîchir; car la gomme, ainsi que le sucre, étant avide d'eau, s'en sature aux dépens de l'estomac, quand elle n'y entre pas déjà saturée d'avance. N'oubliez pas cette distinction dans les prescriptions médicales. L'eau sucrée rafraîchit; les sucres des confiseurs échauffent; il en est de même de la gomme. Mais n'allez pas cependant augmenter tellement la dose de l'eau que la gomme s'y trouve en quantité inappréciable au goût, vous n'agiriez pas autrement qu'avec de l'eau pure. Il est des cas où le sirop pur produit plus de soulagement qu'étendu de deux ou trois fois son volume. C'est au malade à décider la question, d'après les règles de son hygiène spéciale.

3146. La gomme agit-elle par ses sels terreux ou par son élément organique? combat-elle l'inflammation en saturant des bases ou des acides, produits d'une élaboration anormale? ou bien, par sa nature non fermentescible, suspend-elle toute élaboration stomacale, et condamne-t-elle ainsi au repos un organe anémié tout à coup d'une activité devorante? ou bien enfin agit-elle à la manière d'une couche isolante, et calme-t-elle en recouvrant les parois stomacales d'un enduit, qui supprime tout contact de l'organe avec le bol alimentaire ou le résidu anormal de la digestion? Celui qui résoudra l'une quelconque de ces questions, non-seulement les résoudra toutes, mais aurait peut-être résolu du même coup le problème de la vie.

3147. Le mucilage de la graine de lin s'emploie en médecine en cataplasmes émollients, en lavements; mais il faut avoir soin de ne se servir que de la graine de lin conservée dans des bocaux fermés et à l'abri de l'humidité. On fait des loochs et des pastilles avec le mucilage de la gomme adragante. En thérapeutique, il ne faut pas perdre de vue que le mucilage et les diverses gommes étant des mélanges assez compliqués de substances diverses, on ne doit pas admettre *a priori* que

cette espèce puisse être le sucrédant; c'est à l'expérience directe à le décider.

## DEUXIÈME GENRE.

### SUCRE.

3148. Le sucre est une substance presque aussi répandue dans l'organe que la gomme, dont il possède à peu près la même fonction élémentaire. Il en diffère par sa solubilité, sa caractéristique des plus agréables, sa solubilité dans l'alcool non concentré et sa propriété de fermenter, lorsqu'il est dissous dans l'eau, à du gluten (25 substances albumineuses (1496). Les sucres encore indéterminées qui s'opposent à la fermentation de la portion saccharine d'un aliment, en même temps sa propriété de se transformer en acide nitrique transforme le sucre en acide oxalique, mais non en acide mucique, moins qu'il soit mélangé à un sel co-

3149. Le sucre est inaltérable à l'air, même dans un air humide; dissous, il se décompose par l'influence de la lumière, et il donne lieu à la formation de produits cryptogamiques, tels que la moisissure, après avoir été concentré.

3150. Exposé à la chaleur, il fond, et se répandant une odeur de caramel; qu'il est concentré, une chaleur de 100° au bout d'un certain temps, pour qu'il se cristallise. Un alcool le dépouille de sa faculté de cristalliser, mais alors l'acide la lui rend.

3151. Le protoxyde de plomb se précipite, à l'aide de la chaleur, dans un sirop de sucre; si se précipite ensuite à l'état cristallin que Brézelius a trouvée 100 de sucre et de 139,6 d'oxyde de plomb.

3152. Le sucre réduit les sels dont il a peu d'affinité pour l'oxygène (sels de mercure, de cuivre, etc.), et il agit comme l'oxygène aux corps qui en sont avides, par exemple.

3153. Par le frottement, le sucre devient phosphorescent, que l'on dit bien dans l'obscurité.

3154. Le sucre en dissolution perd sa couleur, si on le chauffe, et si on le chauffe, il se décompose en quelques mois, ou plutôt en quelques jours.



LE PLUS OFFRE QUE DU CARBONATE  
MUCILAGE (833, 3119, 3140).

EN POUDRE FINE, SUR LE MERCURE,  
CONTENANT DU GAZ AMMONIAQUE,  
IT COHÉRENT, COMPACTE, MOU, SUS-  
COUPÉ AU COUTEAU; CETTE ASSO-  
POSE de 90,28 parties de sucre,  
d'ammoniaque. EXPOSÉ A L'AIR,  
VOLATILISE ET LE SUCRE REPREND

FAIT BOUILLIR PENDANT TROP  
QUE L'ON CHAUFFE AU DELA DE  
UTION CONCENTRÉE DE SUCRE, CE-  
, ET SE TRANSFORME, EN PARTIE,  
FALLISABLE, EN UN MUCILAGE SU-  
LE EN UN TISSU (833).

lin eut à examiner du sucre de  
vait chauffé à la Martinique jus-  
des flacons bouchés, afin d'ab-  
de l'air renfermé dans les flacons;  
t convertie, pendant le trajet de  
France, en une MATIÈRE VIS-  
INEUSE, que l'on pouvait à peine  
is; elle était insoluble dans l'al-  
l'acide sulfurique, elle ne donnait  
aisin; et l'acide nitrique la con-  
le oxalique, sans aucune trace

LE SUCRE ÉTAIT DEVENU GOMME,  
LA GOMME ORDINAIRE: LA SUB-  
TRICE S'ÉTAIT ORGANISÉE.

communique sa solubilité dans  
essentiels; et il n'est soluble dans  
l'aveur de la quantité d'eau que  
ferme. L'alcool anhydre n'en  
des traces.

teur spécifique est de 1,6055?

sirupeux, on en détermine la  
tendant, dans la terrine qui  
, des fils autour desquels les  
ent: le sucre ainsi cristallisé  
*sucres candi*. Ces cristaux affec-  
leux tablettes de chocolat acco-  
le surface. Ce sont des décaèdres  
lèles et opposées, qui sont les  
à huit faces en biseau. Comme  
rallèles et opposées varient en  
seuil que les angles du biseau  
l'aplanir en ouverture; de sorte  
comme un prisme à six  
dièdre. Ces cris-  
mètre

tallisée en tablette; la fig. 31 la représente par  
l'arête du biseau; la fig. 32 représente l'une de  
ces formes rétrécie en prisme hexaédrique.

§ I. Réactif destiné à déceler des quantités  
minimes de sucre, et, par contre-coup,  
d'albumine et d'huile (\*).

3160. En m'occupant de l'analyse microscopi-  
que des céréales avant la fécondation (1324), il  
m'arriva de déposer un ovaire d'Orge (*Hordeum  
hexastichum*, L.) (pl. 9, fig. 4 a) dans une goutte  
d'acide sulfurique concentré, placée au porte-  
objet du microscope. Je vis aussitôt les poils qui  
en hérissent le sommet (734) se recroqueviller (b),  
s'aplatir (c), se marquer comme d'impressions  
digitales (dd), quelques-uns crever à leur som-  
met (e) avec une explosion presque pollinique, et  
tous finir par jaunir. Les deux stigmates (g, f,  
fig. 3, et fig. 9) commencèrent à disparaître dans  
l'acide, et leurs fibrilles mamelonnées laissèrent  
suinter, en s'effaçant, des gouttelettes blanches  
et limpides (h). La panse de l'ovaire, au con-  
traire (a'), se colora en superbe purpurin, moins  
intense sous l'épiderme (a).

3161. Ces phénomènes de coloration piquèrent  
vivement ma curiosité, et je résolus de n'aban-  
donner l'étude de cette réaction chimique qu'après  
en avoir découvert la cause. Je m'appliquai en  
conséquence à mettre l'acide sulfurique en contact  
avec toutes les substances organiques ou inorga-  
niques, dont j'avais reconnu ou dont je pouvais  
soupçonner la présence dans ces jeunes ovaires.

3162. J'entrepris donc d'essayer, avec l'acide  
sulfurique concentré, soit isolément, soit mélan-  
gés entre elles, deux à deux, trois à trois,  
l'amidon, l'albumine, la gomme, le carbonate  
de potasse et de chaux. Mais aucun de ces essais  
ne me reproduisit la belle couleur purpurine de  
mes ovaires. Le sucre seul ne communiqua à  
l'acide que la couleur jaune verdâtre que lui  
communique aussi la gomme. Mais il n'en fut pas  
de même, lorsque j'eus mis en contact, avec  
l'acide sulfurique concentré, un mélange d'albu-  
mine de l'œuf de poule et de sucre de canne;  
j'obtins en effet la couleur purpurine la plus  
intense, et qui me représentait exactement la  
nuance que l'acide sulfurique seul imprime au  
jeune ovale.

ait donc à la présence simultanée du  
albumine dans ses organes, que le  
redevable de sa coloration.

3164. Mais dès les premières applications que j'entrepris de faire de ce réactif, je découvris un phénomène non moins nouveau que le premier. Ayant placé un fragment de péricarpe de maïs (pl. 9, fig. 7), sur une goutte d'acide sulfurique, je ne tardai pas à m'apercevoir, non-seulement que le péricarpe acquerrait la couleur purpurine des jeunes ovaires, mais encore que le fragment, que j'avais sous les yeux, jouait admirablement le rôle d'une *corticelle* ou d'un tambeau de *branchie de moule de rivière* (1926), *aspirant et expirant* dans l'eau ordinaire. Je voyais en effet le fragment se diviser en gouttelettes (a) qui s'échappaient quelquefois dans l'acide, pour ainsi dire, en s'effilant. D'autres fois le pourtour du fragment lançait, dans l'acide, de petites traînces qui disparaissaient à une faible distance, pour aller reparaitre plus loin sous forme de globules; ces traînces représentaient exactement les traînces que lance la surface respiratoire des microscopiques (1942). En même temps, et pour rendre l'analogie plus complète, on voyait que les globules qui s'étaient détachés de la masse principale, en étaient alternativement attirés (b), et repoussés, en décrivant un cercle (c), pendant un espace de temps assez considérable pour produire une illusion complète. Je reproduisis, de toutes pièces, les mêmes phénomènes, en mélangeant ensemble du sucre, de l'huile d'olives et de l'acide sulfurique.

3165. Le péricarpe de maïs devait donc sa coloration par l'acide concentré, à la présence simultanée du sucre et de l'huile, et les mouvements qu'il imprimait au liquide ambiant, il les devait à l'action aspirante et expirante de l'huile elle-même, c'est-à-dire à la combinaison d'une partie au moins de sa substance avec ce réactif. Soit en effet un tissu cellulaire perméable à un réactif, qui a de l'affinité pour la substance organisatrice incluse dans ces cellules : le réactif et la substance organisatrice s'attirant mutuellement, il faudra nécessairement qu'il s'établisse au dehors deux courants inverses l'un de l'autre ; car si l'acide entre, à travers les parois de la cellule, il y aura une *attraction visible* ou *aspiration* ; mais bientôt il faudra que le trop plein de la cellule sorte d'un autre côté, attiré par l'acide, et cette fois-ci il y aura *expulsion* ou *expiration* ; et comme le pouvoir réfringent du liquide éjaulé

diffère de celui du liquide ambiant, on a une *trainée répulsive* (641).

3166. L'acide sulfurique concentré résine concrétée, soit verte, soit jaune, l'ore des végétaux ; mais il se colore dissolution en jaune virant sur le vert. Cette coloration ne varie pas par l'addition d'une goutte de sucre, d'albumine ou d'huile.

3167. En conséquence, l'acide sulfurique peut servir à déciler des quantités de sucre, d'albumine et d'huile, et de gomme et de résine. Soit en effet un mélange de sucre et d'albumine, si on y ajoute un point de mouvement produit, et un point de repos, si l'on y ajoute du sucre et de l'huile, si l'y a tourbillon et si l'acide n'imprime cette coloration que dans un mélange de sucre et d'albumine, la substance sera de l'albumine pure. Si l'acide n'imprime cette coloration que dans un mélange de sucre et d'huile, la substance sera de l'huile pure. Si l'acide n'imprime cette coloration que dans un mélange de sucre, de l'albumine ou de l'huile, la substance sera de l'albumine pure. Si l'acide n'imprime cette coloration que dans un mélange de sucre, de l'albumine ou de l'huile, la substance sera de l'albumine pure. Si l'acide n'imprime cette coloration que dans un mélange de sucre, de l'albumine ou de l'huile, la substance sera de l'albumine pure.

3168. Il ne faut pas perdre de vue que l'acide doit être concentré ; aussi la couleur disparaît-elle aussitôt qu'on étend de l'eau ou de l'acide sulfurique, et pen à pen, si on la laisse exposée à l'humidité de l'atmosphère. Il faut dans les expériences microscopiques, des lames de verre creusées en forme de sphère (486). Il ne faut qu'une bien petite quantité de sucre ou d'albumine pour produire la coloration purpurine dans l'acide sulfurique.

3169. Le gluten de froment se colore purpurin par l'acide sulfurique seul ; la coloration est d'autant moins intense que le gluten a été malaxé sous l'eau plus longtemps. La coloration est donc entièrement éteinte par l'eau, et elle n'est due qu'à la présence du sucre et de l'huile. Il serait intéressant de découvrir un jour que l'albumine elle-même ne doit sa propriété de coloration au sucre sulfurique, qu'à la quantité d'huile infiltrée dans son

(\*) Pour avoir un réactif durable de l'albumine et de l'huile, il suffit de mélanger une petite quantité de sucre de canne en poudre dans l'acide sulfurique, ce réactif se conserve au moins plusieurs mois, de même pour avoir un réactif durable du sucre,

il suffit de déposer de l'huile ou de l'acide sulfurique concentré, et de laisser reposer après avoir laissé quelques temps l'acide en contact avec le sucre.

soit de cette considération théorique, s moins vrai que, dans la manipulation de l'acide servira à faire distinguer de l'huile pure.

er a déjà annoncé, en 1827, que l'acide communique au sucre de canne la couleur urinaire. Mais il fait observer en même temps que cette couleur varie avec les divers sucres saccharines. La réaction ne se montre que de plusieurs heures : on conçoit du danger d'un pareil réactif.

l'alcool contracte une couleur rouge au bout de quelques jours, si l'on y verse goutte à goutte l'acide sulfurique concentré ; il y a alors production de chaleur et commencement de carbonisation ; cette couleur rouge de brique que l'on attribue à toutes les substances végétales commence à charbonner, n'a aucun rapport avec la couleur purpurine dont nous avons parlé.

### *fermentation fermentescible du sucre.*

Comme nous sommes déjà occupé en partie de la fermentation putride (1249) et même de la fermentation amygdalée (923, 954) ; et nous savons que ce phénomène mystérieux avait lieu, dans l'autre cas, par la décomposition gumentaire ou glutineux déposé au fond ; il est temps de nous occuper d'une autre fermentation, tout aussi mystérieuse que les deux premières, dont nous ignorons aussi bien les causes, les réactions et les produits, quoique nous en connaissions les moyens et les produits ; je veux parler de la fermentation alcoolique. On détermine la fermentation, en déposant, à la température de  $+10^{\circ}$  et au plus de  $+26^{\circ}$  cent., une solution ni trop étendue, ni trop concentrée, une certaine quantité de tissus végétaux (837), tels que la gélatine précipitée, le tissu musculaire, les crachats, les flocons de l'urine. Le gluten végétal et le sucre de bière sont les deux substances employées exclusivement dans les arts. Il se forme de ce mélange un grand dégagement de bulles de gaz acide carbonique, qui, sur les tissus déposés, les emportent jusqu'à la surface et les y abandonnent pour se dégager, et laisser ainsi retomber, de leur surface, le fragment de tissu qui, arrivé au fond, donne naissance à de nouvelles bulles au détriment du tissu, est soulevé une seconde fois, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de tissu ou rester à la surface sous

forme d'écume, et ainsi de suite, jusqu'à produire une ébullition qu'on désigne sous le nom de fermentation tumultueuse. Ce dégagement d'acide carbonique coïncide avec la formation d'un nouveau liquide, odorant, incolore et limpide, volatil, miscible à l'eau, mais non à la gomme ni à l'albumine, que l'on nomme *alcool* dans le laboratoire, *esprit-de-vin* dans les arts, et à l'état de boisson *eau-de-vie*. Nous nous occuperons plus spécialement en parlant des substances organiques.

3173. Tant qu'il existe, dans le liquide, du sucre et du gluten, il y a production de gaz acide carbonique et d'alcool ; mais si le sucre est épuisé, alors il se forme une nouvelle réaction entre l'alcool et le gluten, dont le résultat immédiat est la formation de l'acide acétique. Le gluten enlevé au contraire, le liquide reste stationnaire, et l'on a alors une boisson alcoolique. Le résidu glutineux sert, sous le nom de *ferment*, à déterminer plus vite la fermentation dans un nouveau mélange de gluten et de sucre ou dans la pâte destinée à la panification. Je considère le *ferment* comme un mélange de gluten encore intègre et de résidu de gluten altéré.

3174. Le gluten et le sucre réagissent-ils ici, l'un sur l'autre, chimiquement ou physiquement, par une espèce de double décomposition, ou par l'action d'un contact pour ainsi dire voltaïque ? voilà ce que la science n'a pu encore déterminer. Lavoisier avait bien émis déjà l'opinion que, dans cette opération, les éléments du sucre se partageaient en deux portions : en acide carbonique et en alcool. Mais lorsqu'on cherche à confirmer, par l'expérience directe, les données de la théorie, les résultats sont moins satisfaisants. Car 120 parties de sucre fournissent, selon Lavoisier, 34,3 d'acide carbonique, selon Hermbstædt 32, selon Thénard 31,6, selon Dohereiner 48,8. Enfin la question est plus compliquée qu'elle ne le paraît ; il faudrait en effet, pour parvenir à la résoudre, non-seulement examiner les quantités d'acide et d'alcool formées, mais encore s'assurer qu'il ne s'est pas formé d'autres produits et dans la masse du liquide et dans les tissus du ferment. Ajoutez à ces considérations que la fermentation a besoin, pour se manifester, de la présence d'une quantité d'oxygène, quelque faible qu'elle soit.

3175. Si, au lieu de sucre, on mêle de l'amidon avec le gluten, il s'établit alors une fermentation saccharine. Kirchhoff a découvert qu'en mêlant 2 parties d'amidon à 4 d'eau, et délayant peu à peu le mélange dans 20 parties d'eau bouillante,

on n'a plus qu'à ajouter, à l'empois (936) ainsi obtenu, 1 partie de gluten sèche et réduit en poudre, ou du maïs de bière en poudre (975, et à tenir, pendant 8 heures, le mélange à la température de 50 à 75°. pour transformer l'amidon en sucre, qui représente  $\frac{1}{7}$  de la quantité employée de cette substance, et en gomme qui en représente  $\frac{1}{5}$ . Le gluten est devenu acide. Cette expérience explique fort bien ce qui se passe dans la germination. La chaleur dégagée fait éclater l'amidon du perisperme (902), qui, se trouvant en contact avec le gluten de cet organe, se métamorphose en sucre, lequel, reagissant sur le gluten, le transforme en alcool, et le gluten transforme celui-ci en acide acétique (3173).

3176. La fermentation panairé a pour but de transformer une partie de l'amidon en sucre (1374), et ensuite ce sucre, ainsi que celui qui existait déjà dans la farine, en alcool et en acide carbonique (3172) dont la pâte s'imprègne. La chaleur du four, en distillant ces deux produits, détermine la formation de ces larges cellules qui favorisent la cuisson de l'amidon (901). Si l'on abandonnait trop longtemps à elle même cette fermentation, le gluten reagirait sur l'alcool (3173) et la fermentation deviendrait acide.

3177. Quoique la théorie chimique de la fermentation alcoolique soit tout aussi peu avancée que celle de toute autre fermentation, il n'en est pas moins vrai que nous possédons, par ce que je viens d'exposer, la théorie de sa manipulation, de manière à assurer le succès de toute entreprise industrielle; et l'on peut établir en principe, que toute substance végétale renfermant à la fois du gluten et du sucre, est capable de fournir, par sa fermentation spontanée, une liqueur alcoolique variable par ses caractères, mais dont on pourra l'extraire par la distillation; et si l'un ou l'autre de ces principes de fermentation prédominant dans le suc, il serait toujours possible de rétablir artificiellement l'équilibre. Or les plantes qui dans certains de leurs organes réunissent ces conditions, sont assez nombreuses, dans la nature, pour que l'industrie n'ait pas besoin d'avoir recours à des mélanges tout à fait artificiels.

### § III. Principes généraux sur les caractères distinctifs des diverses espèces de sucre.

3178. Si la théorie des mélanges organiques

dont être prise en considération dans l'étude des phénomènes analytiques. Également à l'égard des substances, car il n'est pas de substance qui soit soluble dans le plus grand nombre de menstrues distillables avec plus de facilité que l'eau.

3179. En effet, le sucre non seulement se dissout dans l'alcool, mais possède également tant de solubilité dans l'eau, et spécialement dans l'eau essentielle, qu'il a la propriété de rendre les huiles solubles dans l'eau. Un mélange de sucre et d'huile essentielle quelconque pourra servir pour une substance quelconque, à déterminer la nature, nous nous en servirons comme de réactifs; car, nous aurons une substance complexe, nous sera impossible d'isoler les éléments, l'éther, l'alcool, les acides et les alcalis. Également les deux et les autres, par l'évaporation, la distillation et l'impuissance que la dissolution a de séparer le sucre communique sa solubilité à l'huile essentielle, par une conséquence, il faut admettre que l'huile essentielle qu'on aura en partie sa volatilité au sucre passera avec l'huile essentielle, puis que la combinaison des deux est intime. Les huiles qui tiennent des substances métalliques les entraînent en se volatilissant; pourquoi, raison, n'entraîneraient-elles pas le sucre?

3180. L'albumine, qui isolée est précipitée par l'eau froide, devient soluble dans l'eau bouillante à la faveur d'un acide. Un mélange de sucre et d'albumine précipitera à son tour les substances spéciales, dont le caractère est la solubilité dans l'eau. Car si l'on ne sature point le mélange, le sucre sera également soluble dans tous les menstrues qui dissolvent l'albumine, le mélange sera également soluble dans tous les menstrues qui dissolvent l'autre en particulier. Si on le sature, en se précipitant, emprisonnera, dans des cristaux artificiels, non-seulement une quantité de sucre, mais encore le réactif sera servi pour saturer le liquide. Et par évaporation une cristallisation comme deliquescente, et les cristaux affecteront des formes géométriques, ou différentes des formes normales de la substance; car nous verrons plus tard que l'acide albumineux change tout à

graphique du tartrate de potasse. r, d'après ces principes, *à priori*, is illusoires que sera dans le cas mélange de gomme et de sucre, un sels ammoniacaux d'albumine et de n un mélange de sels ammoniacaux, tielle ou d'une résine, et de sucre; dernier cas, vous aurez peut-être al le mieux caractérisé, une fois qu'à tion on sera venu à bout d'éliminer out ce qui ne s'y trouverait pas dans ociation intime : solubilité dans les trues, volatilité et cristallisation ; il a au mélange dont nous parlons, onditions qui caractérisent les alca-

beaucoup étudié les phénomènes chi- mélange d'huile de colza et de sucre, : que bien des substances en *ine*, qui s au catalogue, ou qui y ont occupé ine place, ne sont pas autre chose ge de ce genre, obtenu à un plus ou état de pureté ; et tout me porte à s substances désignées, dans ces der-, sous les noms de *salicine* et de *po-* loivent qu'à une association de sucre plus ou moins imprégnée de résine s caractères chimiques et leurs pro- cales.

parties égales en volume d'huile à sucre de canne ; j'ai jeté le mélange que j'ai soumise à l'ébullition. L'huile mêlée en magma spumescant, comme unine végétale qui se coagule par la liquide est resté laiteux, même après ement, quoique surmonté d'une cou- pâle, demi-oléagineuse et opaline. microscope, la portion liquide offrait s de globes (fig. 29, pl. 17), dont les aient  $\frac{1}{5}$  de millimètre, et les moindres

Lorsqu'on agitait le matras en verre, attacher, contre les parois, comme : à bords émoussés inscrits dans une loupe, on s'assurait que ces cristaux globules oléagineux, solidifiés en te par leur mélange avec le sucre. cristaux illusoires, le liquide déposait, sur les parois du vase, de larges pla- euses, qui réfractaient la lumière de anneaux colorés, phénomène qui était ries très-rapprochées, que traçait, à

travers les plaques, le liquide qui reprenait son écoulement. L'odeur que dégageait ce mélange pendant l'ébullition était absolument identique avec celle de la chair qu'on laisse macérer depuis un jour. Une goutte de liquide, déposée sur la lame du porte-objet, est devenue poisseuse en une journée ; et au microscope on distinguait dans son sein des cristallisations régulières, soit en groupes (pl. 17, fig. 26), soit isolées (fig. 16 et 17). La substance, abandonnée sur une assiette, est devenue poisseuse, offrant çà et là des cristallisa- tions d'un aspect oléagineux et peu diaphanes. J'en ai pris une certaine quantité, que j'ai séchée entre du papier joseph, jusqu'à ce qu'il ait cessé de se tacher. Ces cristaux n'en conservaient pas moins un aspect oléagineux. Approchés de la flamme d'une chandelle, ils fondaient aussitôt en une bulle oléagineuse, et après le refroidissement la saveur commençait par être sucrée et par vous laisser un arrière-goût de graisse brûlée. Placés au foyer du microscope sur une goutte d'acide sulfurique concentré, ces fragments offraient sur leurs bords les cils vibratiles les plus illusoires (1942), en se dissolvant par petites bouffées dans l'acide. On voyait de temps à autre des globules oléagineux se colorant en pourpre (indice d'un mélange d'huile et de sucre), s'échapper dans la goutte d'acide, en s'étirant, comme sur la fig. 7, pl. 9 (3164), qui représente un fragment de pé- risperme de maïs dans l'acide sulfurique. Ces cristallisations, si bien épurées qu'elles fussent, conservaient donc de l'huile interposée. Aban- donnée sur l'assiette à l'air extérieur, depuis le 5 février jusqu'au 27 mars, le mélange est devenu aussi dur que la stéarine la plus dure ; à peine le doigt s'huilait-il en passant. Cette couche jaunâtre et luisante offrait à la surface des cristallisations de même couleur et de même opacité. A cette épo- que, la substance ne se dissolvait plus qu'impar- faitement et en petite quantité dans l'alcool, même après une ébullition de dix minutes. L'alcool res- tait laiteux, et contractait une couleur opaline verdâtre, analogue à celle du bouillon aux her- bes, à cause d'une foule de beaux globes limpides et d'égal diamètre qui s'y maintenaient en sus- pension ; on les aurait pris, sans autre avertisse- ment, pour des globules du sang. Par le refroi- dissement, tous ces globes se sont précipités au fond du vase, en une couche limpide, dans la- quelle ils avaient conservé leur forme, leurs di- mensions et leur isolement ; et l'alcool qui les surmontait avait repris sa transparence. Une portion de la substance avait refusé de se dis-



soudre dans l'alcool, ou plutôt de se résoudre en globules. Je l'ai reprise par l'éther, qui lui a enlevé une portion et a respecté l'autre. En s'évaporant, l'éther a déposé des globules d'autant plus grands, que l'évaporation était plus avancée. La portion indissoute est devenue roide et cassante, et s'est aplatie dans l'éther comme une feuille de talc; et après l'évaporation de ce menstrue, elle a pris les caractères et la couleur du caoutchouc ordinaire. L'acide sulfurique communiquait, au dépôt abandonné par l'évaporation de l'éther, une coloration jaune qui passait au rouge doré et au pourpre sali de jaune. L'acide nitrique n'en changeait pas la couleur; il répandait des fumées rutilantes, rendait la masse moins poisseuse, et l'eau pure en précipitait la substance, sous forme de petites plaques minces, qui s'attachaient aux parois du verre avec assez de ténacité. Le caoutchouc déposé dans l'ammoniaque s'y est gonflé et a pris une certaine blancheur; après l'évaporation de l'alcali, il avait l'air d'un fragment d'albumine coagulée. L'ammoniaque a déposé, et des gouttelettes oléagineuses, et des cristaux analogues à ceux du vinaigre, dont nous nous occuperons plus bas; tout ce précipité s'est redissous, cristaux et globules, dans l'eau distillée. Ce caoutchouc, après un certain nombre de lavages, ne donnait plus aucun signe d'alcalinité au papier réactif, et pourtant, par la combustion, il répandait une odeur ammoniacale et une fumée alcaline; après quelques jours, la substance abandonnée par l'ammoniaque répandait une odeur fortement caractérisée de caille-lait (*galium verum*). J'ai pris une certaine quantité de substance durcie sur l'assiette; je l'ai fait redissoudre dans l'eau; j'ai filtré; il est resté sur le filtre une substance fibreuse, blanche, ductile, et filante comme le gluten imprégné d'huile, une espèce de caoutchouc enfin. Mis en contact avec de la potasse caustique, ce gluten s'est désagrégé, le liquide a pris un aspect laiteux, jaunâtre, qui était dû à des parcelles savonneuses, visibles au microscope. Étendu d'eau, il s'est formé dans le liquide des membranes d'une ténuité incommensurable. L'acide sulfurique a dégagé des bulles de gaz et a séparé l'huile en beaux globes d'abord jaunes, puis rouges (3167), nullement transparents, globes qui avaient en diamètre depuis  $\frac{1}{50}$  jusqu'à  $\frac{1}{3}$  de

millimètre. Le mélange d'huile et de sucre en petite quantité dans l'acide acétique le rend louche, par la formation des mêmes cristaux que ci-dessus; et en s'évaporant, l'acide donne, sur la lame du porte-objet, un dépôt dans lequel se voient enchâssés des globes de cristaux; et ce vernis jetait des irisations lantes et chatoyantes, qui variaient, selon qu'on éloignait ou qu'on approchait le porte-objet; bien lavé, ne donnait plus le moindre indice d'acidité; et cependant, au feu, il répandait les mêmes acides, et reprenait son acidité d'ordinaire. Enfin la cristallisation du sucre variait d'après l'angle, selon qu'elle avait lieu dans l'un ou l'autre menstrue. Dans l'huile, les cristaux étaient isolés; ils se prenaient moins en grand nombre, sous les formes 15, 16, 17, 27, pl. 17, abondamment; les contours étaient plus noirâtres. Dans l'acide, au contraire, c'étaient les formes 26, 24, le sucre candi cristallise en décaèdres aplatis, à faces plus larges et parallèles (3039), une cristallisation qui conserve ses caractères, car elle se fait autour du même centre, autour des mêmes faces tendant tout exprès. Au microscope, ce sont des prismes (fig. 27), des rhombes (fig. 24) offrant une face à quatre faces, vue de champ, offrant également une semblable pyramide (fig. 28), ou bien des parallépipèdes d'une pyramide à base horizontale, qui se présente par six facettes à arêtes droites ou courbes, selon que la cristallisation a été plus ou moins pure (\*). Quant à l'ouverture des angles, plusieurs essais nous ont donné en moyenne les chiffres suivants, à notre goniomètre micrométrique. Sur la fig. 15, l'angle  $a = 98^\circ$ , l'angle  $b = 127^\circ$ . — Sur la fig. 21,  $a = 77^\circ$ , et  $b = 127^\circ$ . — Sur la fig. 23,  $a = 57^\circ$ ,  $b = 127^\circ$ ,  $d = 83^\circ$ ,  $e = 97^\circ$ . — Sur la fig. 24,  $a = 77^\circ$ ,  $b = 110^\circ$ . Sur la fig. 28,  $a = 47,5^\circ$ ,  $b = 84^\circ$ . — Enfin sur la fig. 25,  $a = 126^\circ$ ;  $b : c = 103^\circ$ . Mesures qui se rapprochent un peu de complaisance, des chiffres par le calcul; mais sur les variations nous nous expliquerons plus amplement

3185. Or les caractères que nous venons de poser seraient cent fois plus que suffisants pour servir à l'introduction d'une nouvelle substance dans la nomenclature de chimie organique,

substances restent distinctes. Mais si l'on verse une goutte de sucre distillée sur l'acide, et qu'on agite avec une pointe de verre, tout à coup le sucre se prend en beaux cristaux.

(\*) L'expérience suivante présente un phénomène de cristallisation assez curieux. Si l'on place sur la lame de verre du porte-objet une goutte de solution sirupeuse de sucre, recouverte d'une nappe d'acide sulfurique concentré, les deux

as pris la précaution d'avertir en tête, rtiennent à un mélange artificiel.

ais les éléments que nous venons d'asso- les pièces dans le laboratoire, s'asso- sairement de la même manière, toutes 'ils se rencontrent à notre insu. Et en qu'ils existent séparés dans tout autant distincts, ce qui a lieu dans les plantes nt saccharifères, comment ne pas ad-

les procédés divers de râpage, de ma- ébullition, en brisant les parois qui les ent, ne les mettent en contact et ne leur confusion, leur association intime? Incontestable, il faut admettre que le : changer de nature, sans modifier un caractères essentiels, est dans le cas moins fermentescible que d'ordinaire, isable, extrait de cette plante qu'ex- te autre, ou bien affectant une cristal- ins compacte et plus bourgeonnée, fin à l'analyse des nombres plus ou s. La présence d'un acide, d'un sel une huile essentielle, d'albumine ou de us ou coagulé, suffira pour imprimer à la ancesaccharine ces caractères illusoires élez un sel calcaire au sucre de canne, lrez moins ou nullement fermentesci- i de gluten ou d'huile mêlé à un acide cristallisable; et ce *magma*, inextri- ce d'épuration, édulcoré par la pré- re, prendra le nom de *mélasse* dans n en grand; et la quantité de *mélasse* raison directe de la masse de jus sur opérera; car l'union intime des élé- mélange doit avoir lieu en raison de lu nombre des manipulations, chaque us mettant le même élément en con- ie nouvelle quantité d'un autre; or, se est considérable, plus il faut pro- pérations de cuite et d'évaporation; on pourra obtenir jusqu'à 10 et 14 : sucre cristallisable, en opérant, rop de soin, sur deux ou trois kilo- jus; et ensuite, avec quelque précau- n opère, retirer à peine 5 pour 100 tallisable dans la fabrique. La *mé- léchet*, et non une substance parti-

### *cipes généraux applicables à la fabrication.*

nous était donné de pouvoir isoler  
— TOME II.

l'organe saccharifère de tous les autres organes d'une différente élaboration, qui composent le tissu d'une plante, l'extraction du sucre ne de- manderait qu'une seule opération, et ce serait une opération entièrement mécanique. Mais l'or- gane saccharifère est réduit en général à des dimensions microscopiques, et ne saurait par conséquent se prêter à aucun de nos procédés d'élimination. L'insecte seul qui se dérobe à notre vue a le pouvoir d'atteindre la substance saccha- rine, dans la cellule qui l'élabore, et de l'extraire d'un seul trait à l'état de son originelle pureté.

3186. Pour nous, nous n'avons à notre dispo- sition que la ressource de la dissolution (26), pour extraire le sucre des cellules qui le recè- lent; et pour le mettre en contact immédiat avec le menstrue, nous ne possédons d'autre moyen que l'action de la râpe, dont les dents éventrent les plus petits organes, et ouvrent une issue à leurs produits. Mais la dent de la râpe agit sans discernement, et indistinctement sur toutes les catégories d'organes, sur les cellules glutini- fères, comme sur les cellules acidifères, et comme sur les cellules saccharifères, etc.; en sorte que le menstrue destiné à extraire le sucre, commence par le confondre avec trois ou quatre substances différentes, dont la présence s'oppose désormais à son extraction. De là toutes les complications des procédés qui font monter si haut les dépenses et les déchets. On ne peut parvenir à épurer, qu'après avoir mélangé. Il faut neutra- liser les acides, pour rendre au gluten ou mucilage et aux substances oléagineuses, leur insolubilité. La base, dont on se sert pour saturer cet acide, peut elle-même s'associer, sous l'influence de la chaleur, avec une partie de la substance saccharine, et la transformer par conséquent en gomme, si cette base est la chaux (3154). Mais le gluten en se coagulant, et l'huile en se saponi- fiant, peuvent emprisonner, dans leurs mailles artificielles, une quantité plus ou moins considé- rable de sucre. Mais la substance saccharine, en glissant contre les parois brûlantes de la chau- dière, peut s'y décomposer en partie; car là elle n'est liquide que sur une face, et l'autre se trouve à la température de la combustion. En sorte que le rendement en sucre pourra varier sur une large échelle, non-seulement d'après la nature des pro- cédés, mais encore d'après la nature du sol dans lequel aura poussé la plante, selon la nature du climat sous lequel elle aura mûri, selon l'exposi- tion du local de la fabrication, enfin selon la vi- gilance et le coup de main du manipulateur lui-



**made ou sucre brut.** Le sirop écoulé est nouveau dans des chaudières, évaporé, soumis à des cristallisations successives jusqu'à ce qu'on ne puisse plus en obtenir. Cette quantité incristallisable prend le nom de *moscouade*, elle forme pour ainsi dire les bases de la *moscouade*; elle n'est plus employée à la fabrication de l'eau-de-vie connue sous le nom de *rhum*, à celle de l'acide oxalique ou d'épice.

La *cassonade* est jaunâtre, sableuse au goût, grasse à la langue; pour la dépouiller des impuretés étrangères qui la colorent et dont elle s'oppose à la cohésion de ses cristaux, on la *raffine*, opération qui se fait sur le feu.

A cet effet, on la verse dans la *chaudière à raffiner*, avec une quantité d'eau qui en fait un jus marquant 27 à 30° Baumé, un peu de sucre blanc, et un mélange de sang de bœuf et de charbon animal; on chauffe le mélange; on arrête brusquement en jetant un morceau de beurre dans le sirop; le sirop monte en écume; on filtre à travers des étoffes de laine ou de coton, et on verse le sirop dans des chaudières plates et à feu doux où la cuite s'achève en dix minutes. On met dans un rafraichissoir en cuivre, où on le laisse pour le refroidir; il marque 40 à 50°. Lorsque la cristallisation est un peu avancée, on casse des cônes de terre renversés et percés au sommet d'un trou qu'on tient bouché; ils servent de pots destinés à recevoir le sirop cristallisé, auquel on donne issue, en débouchant les cônes renversés. Au bout de huit jours, on passe au *terrage*. On enlève à la base des cônes une couche d'environ 27 millim. de sucre, et on la remplace par du sucre blanc réduit en poudre; on recouvre avec une couche de terre et on laisse le potier, délayée dans l'eau; cette eau versée sur le sucre, entraîne avec elle tout le sucre qui le colore en brun; et le sucre cristallisé reprend sa blancheur naturelle, au bout de quatre terrages qui durent trente-deux heures. A cette époque on enlève les pains de sucre du moule, et on les place deux mois à l'air pour les sécher et les raffermir.

La fabrication du sucre de canne a retiré de la fabrication du sucre de betterave; et la révolution opérée par le sucre

indigène a étendu ses bienfaits jusque sur l'exploitation du sucre colonial.

## § VI. Extraction du sucre d'érable.

3191. On retire, dans l'Amérique septentrionale, par les mêmes procédés, un sucre identique au sucre de canne, de la sève de l'érable connu sous le nom d'*acer saccharinum*; arbre qui s'élève aussi haut que nos sycomores, et qui réussit tout aussi bien qu'eux sur nos promenades et sur le bord de nos chemins. Ce fait devrait engager tous les Sully de nos communes à border les routes et les chemins de la localité, avec cette essence d'arbres, qui donnerait au pauvre voyageur autant d'ombrage que l'orme, à la charpente un bois aussi estimé, et à l'industrie saccharifère un produit qui ne coûterait point de frais de culture, mais seulement les frais ordinaires d'extraction (\*).

3192. Au mois de mars ou de mai, c'est-à-dire à l'époque de la première sève, on pratique un trou à travers l'écorce et jusqu'au bois, au pied du tronc de l'arbre; on introduit dans le trou un tuyau qui conduit le suc dans un vase placé au-dessous. On a remarqué que plus le trou est élevé au-dessus du sol, plus le suc est sucré, mais aussi plus l'arbre en souffre. En vingt-quatre heures, des arbres de taille moyenne sont dans le cas de donner huit litres de suc, dont la pesanteur spécifique varie de 1,003 à 1,006. Le produit de cette exploitation s'élève, dans l'Amérique du Nord, à près de 12 millions de *moscouade* ou sucre brut, qu'on y consomme sous cette forme, mais que le *raffinage* (3192) transformerait en sucre blanc, identique au sucre de canne. On assure que la sève du lilas peut remplacer sous ce rapport la sève de l'érable; mais l'extraction en serait trop minutieuse.

## § VII. Extraction du sucre de betterave.

3193. En 1747, Margraff annonça à l'Académie de Berlin, l'existence du sucre cristallisable dans la betterave (*beta vulgaris*). En 1787, on parvint à en extraire le sucre en grand par un procédé régulier, mais qui n'offrait pas encore à l'exploitation une assez large part de bénéfice. En 1810, le génie de Napoléon voulant lutter

En 1810, il y a dix ans, la cour de l'Observance (école plantée de ces espèces d'érables, qui s'y développent avec une grande vigueur! il y avait là de quoi fournir la

matière de bien belles expériences; on les abattit en 1829, sans en avoir retiré la moindre utilité.





commence, dès cet instant, à se u sucre qu'elle avait jusque-là élaboré; la racine en offre à peine des traces, lante a accompli son développement rainé. C'est ainsi que les troncs d'arbres : sève sucrée au mois d'avril, et une sève autre nature, même un mois plus tard. s pour que la racine élaboré des suc s une circonstance indispensable, et nier coup d'œil, ne semble pas être le valeur; il faut qu'elle soit pivotante, dans une position exactement verticale. le la fait dévier de la perpendiculaire, se en gros rameaux souterrains; elle rais aussi elle se corde, c'est-à-dire nde en tissus ligneux, et perd ses inoso-sucrés; de là la nécessité de betterave dans une terre meuble et le là, dans le repiquage, la nécessité r le trou verticalement; et peut-être es insuccès de ce mode de plantation ent-ils que de la négligence de cette s. C'est un fait de physiologie chimique e, et auquel nul auteur n'avait fait ue le sucre ne se développe que dans qui montent droit ou qui pendent. s traçants de la canne à sucre ne pas de sucre, non plus que les rameaux le florigère; la figue ne devient sucrée elle pend vers le sol, et il en est de ous les fruits obliques. Le tronc de l'on tiendrait courbé ou incliné, ne ut-être pas la centième partie du sucre l'érable ordinaire, dont le tronc nent vers le ciel.

si la présence de l'approvisionnement as tellement indispensable à l'accrois- a végétation aérienne qui doit grainer ante, que sans elle tout développement aralysé; et les racines qui cordent ne es qu'à la fabrication et non à la vé- s-même. Il en est de même des racines es plus riches en sucre; on peut im- trancher toute la portion saccharifère, à la plante future que le collet supé- int soin de l'amputer un peu au-dessous ntral verdâtre; et la tige ne s'en dé- as moins l'année suivante; elle n'en ouvent que plus robuste, plus bran- s féconde, mais peut-être en graines qualité; ce qu'on ne pourra décider : expérience directe.

is le sucre ne doit pas exister, dans la

betterave, confondu, mélangé, répandu çà et là et en désordre, comme dans nos chaudières. Le sucre étant le produit d'une élaboration progres- sive, suppose un organe qui l'élaboré, et cela d'après des lois empreintes d'une grande régula- rité. Chacun comprend d'avance combien il importe aux intérêts de la fabrication en grand, de pouvoir préciser la forme et la place de ces petits organes saccharifères. Car, de la solution de cette première question dépend, non-seulement la question de savoir si le sucre incristallisable existe, avant toute manipulation, dans le tissu de la racine pivotante, mais encore celle de sa- voir choisir, parmi les procédés d'extraction, ceux qui sont dans le cas de diminuer la durée de l'opération et d'en augmenter le rendement. Or nulle expérience chimique en grand ne serait en état de résoudre d'une manière péremptoire l'une ou l'autre de ces questions. Supposez, en effet, que, fidèle aux principes de l'ancienne méthode, laquelle établissait, entre le sucre cristallisable et le sucre incristallisable, cette différence que le premier était insoluble dans l'alcool à 97° distillé trois fois sur la chaux vive, menstrue dans lequel la mélasse se dissout facilement; supposez, dis-je, qu'on mette en contact des tranches minces de betterave avec de l'alcool de ce titre; on aurait tort de conclure que la mélasse n'existe pas dans la plante, parce que l'alcool ne lui enlèverait aucune parcelle de cette substance; car une tran- che de betterave renferme, dans son tissu, des cellules de petit calibre, que le tranchant du couteau n'éventre pas toutes, et qui élaborent pour la plupart du mucilage et de l'albumine vé- gétale. Or il pourrait se faire que la mélasse existât dans les plus minimes cellules, que le tran- chant du couteau le plus fin ne serait pas en état d'effleurer même; et, dans ce cas, non-seulement ces petites cellules ne céderaient rien de leur contenu à l'alcool, mais elles seraient même protégées, contre l'action de ce menstrue, par le mucilage que l'alcool aurait coagulé. D'un autre côté, on raisonnerait de la mélasse renfermée dans les plantes, d'après les caractères qu'offre la mélasse après son extraction; et il est souvent probable que celle-ci pourrait être soluble dans l'alcool anhydre, sans que l'autre le fût en aucune ma- nière. En effet, après son extraction, la mélasse est déliquescence, imbibée d'eau, ce qui est dans le cas de rendre le sucre soluble dans l'alcool anhydre; tandis que, dans la plante, elle pourrait être à l'état concret, ce qui contribuerait à la rendre insoluble, comme le sucre concret, dans

l'alcool anhydre ; en sorte que le plus long séjour d'une tranche de betterave la plus riche en mélasse (dans le cas où celle-ci serait une substance *sui generis*) n'en céderait pourtant pas une parcelle à ce menstrue. En conséquence, une expérience semblable ne prouverait rien, ni sur la présence, ni sur la topographie de la substance saccharine. L'analogie démontre suffisamment que la mélasse est le produit de la manipulation, et que le prétendu sucre incristallisable n'est qu'un mélange d'un peu de sucre cristallisable et de toutes les autres substances qui sont élaborées par tout autant de cellules distinctes dans la plante, et qui viennent se confondre dans la chaudière en un chaos désormais inextricable ; mélange de sucre, d'eau, de gluten, de ligneux, de matière colorante et d'un acide, qui prête à tous ces éléments à la fois une égale solubilité dans l'eau et dans l'alcool.

5201. J'ai en recours à des procédés plus rationnels pour reconnaître la région du sucre ; j'ai cherché à l'observer dans l'organe qui l'élabore, et ma tentative a été couronnée d'un incontestable succès (\*). Pour l'intelligence de ce qui va suivre, je rappellerai que le sucre cristallisable contracte une superbe couleur purpurine, dans un mélange d'albumine et d'acide sulfurique (3168). Mais comme la mélasse extraite par la fabrication est un mélange de sucre et de sucs albumineux, il suffira, pour qu'elle contracte une couleur purpurine, de la mettre en contact avec l'acide sulfurique seul. On conçoit qu'avec ce double réactif nous aurons un moyen de peindre aux regards les organes saccharifères de la betterave, d'en marquer en couleur la région, comme on colore au lavis une carte topographique ; et pour que la démonstration soit encore plus pittoresque, il sera bon de se servir des betteraves de la variété rose. Soit une racine de ce genre qu'on aura fendue longitudinalement par une coupe qui passe par son axe : on remarquera, au centre de la cavité supérieure, une région verdâtre, qui est comme le cœur de la végétation aérienne future, et au-dessous, la substance de la racine offrira une surface marbrée de rose et de blanc. Les taches blanches forment un réseau, dont les mailles emprisonnent les taches rouges ; elles se composent spécialement de vaisseaux, c'est-à-dire de cellules allongées, tandis que les taches rouges se

composent de cellules polyèdres et sur leur pourtour. Qu'on place, en porte-objet du microscope, une tramine épaisse, on aura sous les yeux de vaisseaux, opaque par refraction par réflexion (508), bordée de cellules allongées, blanches et diaphanes ; la voie lactée sera bordée de chaque couche de cellules colorées en rose, et affectant toutes à peu près les mêmes dimensions. Or, que l'on verse sur cette goutte d'acide sulfurique seul, les taches se décolorent en jaune, mais le blanc changera à peine d'aspect. Si, au contraire, on verse de l'acide sulfurique albumineux instant après les cellules roses seront jaunes, et les vaisseaux opaques deviendront transparents ; on aura offert une belle coloration purpurine sans échapper dans le liquide leur forme de tire-bouchons. Ces vaisseaux, par leur structure, les analogues des troncs (\*\*); et la substance qu'ils contiennent, le sucre pur et presque concret ; car dans le liquide, le vaisseau serait transparent. Les cellules hexagonales renferment la matière colorante.

5202. Il en est donc, sous ce rapport, la betterave comme du tronc de l'érable, l'entre-nœud de la canne à sucre, la bête du raisin ; c'est dans les vaisseaux qu'elle labore le sucre. Or, dès ce moment, il est plus facile que l'extraction du sucre ; si ce que nous nommons les vaisseaux est analogue au réseau vasculaire, c'est à dire si leurs vaisseaux contiennent tous les uns avec les autres, il suffit de trancher la betterave par l'extrémité pour obtenir une hémorragie saccharine ; faciliterait l'écoulement par la même eau. On obtiendrait un résultat plus facile, si les vaisseaux de la betterave des cellules allongées, qui s'étendent chez les troncs d'arbres, de la base à la cime de l'arbre ; quelques entées qu'on y fasse à l'épaisseur d'un pivotant, épuiserait, au bout de quelques heures, la racine, de la majeure partie de son sucre, et la laisserait passer à l'état d'une grande pureté. Dans la betterave, les vaisseaux ne sont qu'un

(\*) Voyez la *Flandra agricole et manufacturière* Nov 1835 et 1837.

(\*\*) Les botanistes pensaient que les racines ne possédaient point de vaisseaux à spirale, le réactif ci-dessus les mettra à

même de se convaincre de leur erreur, et de voir les vaisseaux spirifères jusqu'à l'extrémité la plus tendre de la racine.

et très-peu longues; elles dépassent à l'extrémité, dans leur plus grand diamètre, le diamètre du collet, et elles sont imperforées à leurs extrémités, tandis que chez les troncs des arbres, les cellules séveuses n'ont pas de perforations comme celles du tronc. Pour extraire le sucre de la betterave, il faut éventrer les cellules saccharifères, par des moyens qui éventrent en même temps les cellules glutinifères et il faut tout confondre dans le même li- quide, puis chercher ensuite à isoler. La difficulté d'extraction ne provient que de cette adhérence.

Le sucre n'existe dans aucun des tissus de la betterave; et par conséquent on n'en trouve pas un atome dans la région verte, qu'on coupe au centre du collet supérieur.

Il ne faut pas perdre de vue que la racine en sucre est en raison de la latitude qui a présidé à son développement: et ces choses égales d'ailleurs, les racines de la France du Midi de la France doivent être plus riches en sucre que les racines cultivées dans le Nord; de même que les raisins du Midi sont plus sucrés que les nôtres. Dans tout ce qui concerne les évaluations, ne perdons jamais de vue l'influence du climat sur les résultats de la culture; nous hâtons pas de généraliser les conclusions, et appelons l'induction au secours des observations économiques. D'où il faut conclure que telle variété sera plus productive dans tel climat que dans tel autre, et que la culture même est dans le cas de varier avec la latitude à l'autre. Essayez, et ne vous fiez jamais autrement à de plus grandes ex-

#### 2. Culture de betterave.

On plante au mois d'avril dans le Nord, plus tôt dans le Midi de la France, en se servant d'une graine de deux à trois lignes appartenant à la variété que l'expérience a reconnue être la plus convenable au sol et au climat de la localité. La graine d'un an donne des plants qui monteraient en graines la première année (3206). Dans le Nord, on sème en lignes et on recouvre de terre, en déposant une à une les graines dans de petits trous espacés de 12 pouces pour les variétés grasses, et de 18 à 20 pouces pour les variétés à tige élevée; et l'on recouvre du pied. On n'a pas besoin de repiquage que dans le cas où quelques plants manquent. La méthode des semis en lignes est pour repiquer ensuite à deux feuilles,

ce qui ne convient pas à tous les terrains ni à tous les climats et exige de grandes précautions; car si la radicule naissante casse un peu trop haut, l'élaboration saccharifère est supprimée, et tout au plus le plant monte-t-il en tiges; si on la repique de travers, elle fourche et ne donne point de sucre; et si la sécheresse succède au repiquage, la plante se flétrit, avant d'avoir pu se mettre en communication avec le nouveau terrain. La méthode qui nous paraîtrait la plus rationnelle, pour ce mode de culture, serait de semer sur bandes, comme la garance, en laissant un espace vide entre chaque bande, d'enlever de larges mottes en piquant à une profondeur telle qu'on fût sûr que l'extrémité de la racine n'y serait pas encore parvenue; de déposer la motte sur une brouette, après lui avoir donné une bonne mouillure; d'enlever les plants un à un à la main, à l'instant où l'on aurait besoin de les repiquer, et d'avoir soin de pratiquer le trou aussi verticalement que possible, et d'y plonger la racine de toute sa longueur. On pourrait aussi tracer un sillon convenable avec une charrue brabantonne, adosser contre le versant les jeunes plants, qu'une seconde charrue recouvrirait en suivant immédiatement le planteur; ce qui abrégierait immensément la durée, et par conséquent les frais du repiquage, et en assurerait le succès.

3206. Les engrais employés à préparer la terre doivent être bien consommés; les engrais végétaux sont certainement les plus convenables; car plongée pendant une année dans un milieu fétide, la racine ne pourrait que transmettre au jus des substances capables d'altérer la qualité du sucre.

3207. La betterave, ainsi que toutes les racines pivotantes, est exposée à être dévorée, dès son apparition au-dessus du sol, par un insecte (la lissette ou liquet, *altica oleracea*) qui s'attache à ses premières feuilles; l'on a vu des champs entiers qu'il a fallu ressemer de nouveau. Une inondation en débarrasse les champs pour l'année; mais lorsque ce dernier fléau ne vient pas préserver les champs de l'autre, l'agriculture ne possède pas jusqu'à ce jour de remède pour le conjurer.

On pourrait semer dru, en même temps que les graines de betterave, les graines de peu de valeur de certaines crucifères, afin que l'abondance des feuilles que l'insecte recherche sauvât la plus grande quantité de betteraves.

Les arrosages avec l'eau camphrée (3057), l'eau de tabac, ou avec l'eau de chaux, seraient dans le cas de le mettre en fuite; et ce moyen serait

bien moins dispendieux, si l'on semait d'abord en pépinière, pour repiquer ensuite ; on pourrait en effet, en opérant sur quelques centares de terrain, sauver la récolte d'un hectare. Quoi qu'il en soit, au moyen d'une pompe-arrosoir, mobile sur quatre roues, il ne serait ni si difficile ni si coûteux d'asperger un clamp avec un liquide préservateur.

3208. On procède à la récolte des betteraves aussi tard que le permettent les beaux jours ; dans le Nord, l'arrachage commence, selon les exploitations, au 1<sup>er</sup> septembre et dure jusqu'en décembre. On arrache au fouchet, on décollette la racine avec le tranchant du même instrument, et on transporte les racines dans les conserves ou les silos, ou directement à la fabrique.

#### 30 Procédés d'extraction du sucre de betterave.

3209. On lave les racines pour les dépouiller du sable et des impuretés qui s'attachent à leur surface ; de là, elles passent sous la râpe, qui en éventre les cellules, les mucilagineuses comme les saccharifères ; la pulpe est mise dans des sacs de forte toile que l'on soumet à la presse hydraulique, au moyen de laquelle on obtient jusqu'à 70 pour 100 de jus, et 85 pour 100 si on remet les sacs à la presse, après les avoir exposés à la vapeur, à la suite de la première pression. Ces trois opérations peuvent se succéder presque sans intermittence, à la faveur d'une mécanique que nous avons décrite pour l'extraction de la fécule de pomme de terre (1058). Mais il ne faudrait pas croire que la pression, même répétée, dépouille la pulpe de tout le jus qu'elle renferme, il en est au contraire une grande quantité que cet effort emprisonne hermétiquement entre les diverses couches, et cette quantité s'élève en raison de la masse. La macération substituée à la pression, donnerait peut-être des résultats moins heureux ; car elle ferait naître de nouveaux mélanges, dont la présence ne manquerait pas de compliquer encore les mélanges que le râpage a opérés, au détriment de l'extraction du sucre (3185). La pulpe, au sortir du pressoir, n'est donc pas exclusivement formée des parois ligneuses des cellules ; elle est encore assez riche en sucs albuminosucrés pour offrir, sèche ou torréfiée, une excellente nourriture aux bestiaux et aux chevaux.

3210. Le jus de betterave doit être le moins possible abandonné à l'air, car c'est un mélange de substances éminemment fermentescibles ; on le verse dans une chaudière en cuivre de la capa-

cité indiquée par l'importance de la récolte. Le liquide est arrivé à 70° de chaleur, on y ajoute une certaine quantité de chaux en poudre pour saturer l'acide, rendre à l'albumine leur insolubilité, et les ramener sous forme d'écume ; on éteint le feu, toutes les écumes sont montées, on laisse le liquide limpide, en ouvrant le robinet de la chaudière ; on enlève les écumes à mesure qu'elles se forment ; on les fait égoutter sur une étoffe de laine, et on les presse.

3211. On clarifie ensuite le jus avec du lait mêlé à du charbon animal pulvérisé ; à cet effet, on dépose à froid le jus dans la proportion d'un demi-litre par hectolitre de sirop à 8°. On agite alors un à deux kilogrammes de charbon par hectolitre de jus ; on chauffe jusqu'à 55 et 60° ; on cesse le feu, le charbon se précipite en partie, et le jus surnageant avec l'autre partie ; on fait bouillir quelques bouillons, jusqu'à ce que les écumes cessent de monter, et l'on s'assure que le jus est alcalin ; sauf à remettre de la chaux si nécessaire, et de l'acide sulfurique si on veut ; ce qui occasionne un nouveau précipité d'albumine, abandonnée à se déposer par la saturation de l'un ou l'autre des liquides ; lieu de mêler ensemble le sang et d'autres fabricants jettent le jus dans le sang seul, sur un filtre recouvert de charbon animal ou de poudre de grains.

3212. Après la clarification, on verse le jus comme nous l'avons dit à l'égard de la canne ; on le verse dans des cuves à claire-voie, et l'on raffine par les mêmes procédés que ci-dessus.

3213. La fabrication en grand de la betterave qu'on a vu qu'ici que 5  $\frac{1}{2}$  à 6 de sucre pour 100 de toutes parts des résultats de rendements supérieurs, et qui s'élèveraient, selon les uns, pour 100, et selon les autres, à 11. Ces annonces sont peut-être hasardées ; n'offrent rien d'exagéré en théorie ; l'expérience obtient 5 pour 100 de rendement à mes yeux que la betterave ne donne au moins 12 pour 100 de jus. Mais un semblable rendement se réalise, à l'égard de la betterave, à des procédés de la plus grande simplicité.



théoriques et pratiques que nous soumettons à l'expérience de MM. les fabricants.

us les procédés d'extraction qui suivent ont pour but de soustraire le jus qu'on le peut, à l'altération du feu, de débarrasser du chaos des corps étrangers le râpage a confondus avec cette substance la position du jus à l'air y provoque la fermentation alcoolique, car le sucre s'y trouve avec du gluten ou albumine végétale. Le jus qui sert à dissoudre l'albumine est à la cristallisation du sucre et à son point il faut saturer l'acide (peut-être *acide végétal*) pour coaguler l'albumine sous forme de précipité. On se sert de la chaux, qui forme un composé soluble et s'emprisonne dans les cellules entières. Mais comme on n'est jamais à saturation, et qu'on emploie toujours la chaux en petit excès, il faut recourir à l'acide sulfurique, pour saturer et précipiter à l'état de sulfate de chaux. On filtre et on clarifie au sang, pour enlever une nouvelle quantité de substances étrangères, au moyen de l'énergique coagulation au sang. On cherche à maintenir le feu à une température peu élevée pendant la concentration, afin d'évaporer à un degré plus élevé l'ébullition au moyen de la vapeur. Chevalier diminue la pression atmosphérique et partant produit l'ébullition à un degré plus bas, en faisant passer de l'air chaud à travers le jus. Howard obtient des résultats infiniment plus avantageux, en opérant dans le vide, au moyen de machines pompes aspirantes et foulantes au récipient évaporatoire. Mais les éléments apportés à tous ces procédés ont-ils avoir rempli tout ce qu'on avait d'attente d'en attendre, parce qu'on a touché à opérer sur des inconnues, à percher des moyens, avant de s'être fait une idée des phénomènes. Que voulez-vous? C'est tout ce qui est grand à la vue, les machines et les grands leviers; et les moyens sont bien petits, car ils résident dans les mains de MM. les fabricants, ne perdez pas de vue avec des atomes qu'on fait des kilogrammes le sucre que vous réunissez en pains par une cellule de quelques fractions de gramme. Enfin et en un mot, qu'il n'y a de la nature, comme dans la fabrication.

*cation, que les petits esprits.* Nous allons vous soumettre de bien petites choses, mais il est probable qu'elles vous mèneront à des choses plus grandes.

3215. 1° La betterave abonde en sucres gommeux, mucilagineux et sucrés, joints à une grande quantité de sels libres, sans parler de ceux qui sont combinés, pour former les parois des cellules et des vaisseaux. Mais la gomme et le mucilage, ainsi que les parois des cellules qui forment le ligneux, peuvent être transformés en sucre de raisin par l'action de l'acide sulfurique. Ne pourrait-on pas tirer un grand parti de l'emploi de l'acide sulfurique en faible quantité, dès les premiers moments que l'on soumet le jus à la chaleur? On débarrasserait ainsi le sucre de tous les sucres qui s'opposent à sa cristallisation, et on ajouterait à sa substance une substance qui n'en diffère que par quelques propriétés de fort peu d'importance dans un mélange. On saturerait ensuite l'excès d'acide par la chaux.

3216. 2° Dans le procédé ordinaire, on emploie la chaux, qui a pour but de saturer l'acide végétal, au moyen duquel l'albumine végétale est tenue en dissolution dans le jus. Mais la chaux qui, dans ce cas, coagule l'albumine en écumes, s'attaque aussi aux sels ammoniacaux, dont elle dégage l'ammoniaque; et cet alcali volatil vient à son tour rendre solubles les huiles répandues en globules dans le jus, et en former un savon qui altère autant la saccharification que le faisait l'albumine soluble. L'emploi de l'acide sulfurique, dont on se sert pour saturer l'excès de chaux, n'agirait sur ce savon que pour mettre en liberté la portion oléagineuse, qui a la propriété de reprendre sa forme globulaire (650), et ne se coagule pas en larges plaques en recouvrant son insolubilité dans l'eau. La clarification au sang enveloppe, comme dans un filet, une immense quantité de ces globules, mais avec une quantité de sucre proportionnelle; elle produit un avantage au moyen d'un déchet. Le charbon animal agit d'une manière plus spéciale sur le savon et l'albumine dissoute, à la faveur d'un acide volatil ou de l'alcali; car, par la propriété qu'il possède d'absorber et de condenser dans ses pores les substances gazeuses, le charbon enlève au savon et à l'albumine l'ammoniaque qui leur servait de menstrue; et en vertu de cette aspiration inorganique, chaque grumeau noir se couvre d'une couche d'huile et d'albumine précipitée, qui ne se répandent plus dans l'eau, à cause de leur adhérence à un corps solide. Le filtre, en



arrêtant les molécules charbonnées, arrête par conséquent du même coup l'huile et l'albumine, qui, sans cette circonstance, auraient passé, sous forme de globules incommensurables, à travers les mailles de la toile à filtrer. C'est là la théorie la plus rationnelle de la clarification au charbon. On ne doit l'employer que pour débarrasser un jus des substances albumineuses ou oléagineuses dont le menstère est ammoniacal. De cette manière, on défèque par la chaux, pour coaguler en bloc tout ce qui ne doit sa solubilité qu'à l'acide; on défèque par le charbon pour coaguler tout ce qui est rendu soluble par l'ammoniaque, après cette double précipitation, le jus ne renferme plus que du sucre et des sels solubles; mais il renferme bien moins de sucre qu'auparavant, une énorme quantité ayant été emprisonnée, et dans les grumeaux microscopiques formés par la double clarification, et surtout dans la pulpe aplatie sous la pression.

3217. 3<sup>e</sup> En concentrant par la chaleur, on rapproche non seulement les molécules sucrées entre elles, mais encore les molécules sucrées avec les molécules terreuses et salines; on combine la molécule organique avec la molécule inorganique; on transforme par conséquent le sucre en gomme, c'est à dire en un tissu commençant; nouvelle perte pour le rendement; la cuite organise le sucre en mélasse. Ainsi le sucre existe dans les écumes, dans le charbon, dans la mélasse; mais il s'y trouve tellement emprisonné et tellement mélangé, que le départ, ou en est impossible, ou ne présenterait aucun bénéfice à la fabrication.

3218. 4<sup>e</sup> Ne serait-il pas possible d'extraire avec profit tout ce sucre avarié, en reprenant les écumes, le charbon et la mélasse, les traitant par l'acide sulfurique faible, pour désorganiser les tissus et les transformer eux-mêmes en une espèce de sucre qui se joindrait au sucre ordinaire, sans en modifier d'une manière sensible les qualités et l'aspect?

3219. 5<sup>e</sup> Nous avons déjà fait observer que si le système improprement appelé vasculaire des plantes étant organisé sur le même plan que celui des animaux, il suffirait de couper le bout de la betterave pour en extraire, par le procédé de la macération, toute la substance saccharine; car c'est dans la capacité des vaisseaux de la racine pivotante que cette substance est incluse. La macération ne laisserait pas que d'offrir encore des résultats heureux. Si, comme chez les troncs aériens, les organes vasculaires de la betterave

étendaient leurs cylindres impertorbés de la racine jusqu'au collet de la plante, faveur de deux ou trois coupes transversales, on serait sûr de vider ces organes de sans éventrer un trop grand nombre de mucilagifères; et les opérations de l'extrairaient alors au lavage, au co macération et à l'évaporation, sans sans clarification. Mais il n'en est chez la betterave; les vaisseaux imperforés par les deux bouts sont à l'œil microscopique; en sorte que la chaleur qui les ouvre, éventre en même nombre bien plus considérable de mucilagifères. Si vous soumettez la pulpe, vous en exprimez seize fois plus de de sucre; vous pétrissez ensemble des contraires, qu'il devient dès lors d'isoler. Si vous substituez la mac pression, non-seulement vous obtenez mêmes proportions entre les éléments du mélange, mais encore vous retirez moins de sucre que par le procédé, parce que l'eau, ne se trouvant qu'avec un petit nombre de surfaces, attendra la quantité de sucre renfermé dans les vaisseaux que n'a point atteints le coupe-racine. D'un autre côté, la caposera à l'écoulement du sucre. Si l'eau froide et à la température de fermentation ne tardera pas à s'écouler jus macéré. Si vous opérez à l'eau, vous éviterez la fermentation, mais vous n'avez ni le déchet ni le mélange; vous n'avez que le rendre plus intime en prolonger la durée de l'opération. L'expression est donc préférable à un procédé qui se termine par la macération.

3220. 6<sup>e</sup> Les ténèbres exercent, sur la fermentation des sucs végétaux, une influence que n'a pas tenu compte jusqu'à ce jour, mais il est convenu que la fermentation ne donnerait pas les mêmes résultats exposé à la lumière que dans nos caves. En conséquence, nous perdons la divergence dans les résultats de la fabrication tient en majeure partie à l'exposition et de la localité. On a porté à croire que le bâtiment le plus propre à la fabrication des sucres de betterave est la cristallisation exclusivement, car la toiture donnerait le plus de lumière, et la voûte s'élèverait plus haut; quand

conseillerions de l'opérer dans des vases munis d'une seule fenêtre de leurs extrémités. Nous appelons fabricant sur ce point de vue. de bonnes raisons de croire que ces vases ne sont pas dépourvus d'intérêt.

La chaux, comme alcali, agit, sur les substances organisatrices, un pourvoyeur qui tend à les charbonner, à leurs dépens. Son emploi en trop abondance serait de diminuer le chiffre du sucre, en désorganisant le sucre et les autres tissus répandus dans le suc. L'abondance de la portion aqueuse agit, mais ne détruit pas tout à fait cette influence; car la chaux, en se dissolvant dans l'eau, rencontre tout aussi bien les substances organiques que les molécules d'hydrate tout autant aux dépens des dépens des autres. Or la chaux est soluble dans l'eau, on est forcé d'en employer la défécation, un excès qui ne peut à la longue de réagir sur le sucre avoir exercé son action coagulatrice végétale. En substituant un alcali potassique ou la soude, à la chaux, on emploie sur de moines grandes quantités; il est difficile de débarrasser ensuite le suc de la potasse; la potasse rendrait la cristallisation difficile; les sels de soude cristallisent le principe saccharin, à moins qu'on ne tire certain profit à précipiter l'alcali par l'acide. Ajoutez à ces considérations que la chaux agit avec le sucre, et le transforme en tissu commençant (3154).

L'ammoniaque a la propriété de condenser et de dissoudre ou de rendre filant le suc. Serait-il pas possible d'appliquer cette propriété à l'extraction du sucre de betterave en plongeant d'abord la betterave en ammoniaque liquide ou gazeuse, et de filtrer le suc à claire-voie, qui retiendrait les ammoniacaux saccharins, et de débarrasser le suc de l'ammoniaque, on l'exposerait à l'évaporation, ou dans un alambic, sur un feu doux, 30 à 40° seulement, en recueillant le suc dans un acide fixe.

La racine étant préalablement lavée, on la coupe de manière qu'elle ne renferme plus de suc appréciable d'eau, résultat qu'on obtient par le vide produit au moyen d'une pompe à air grossier, de pompes foulantes et

aspirantes; triturez en poudre assez fine la betterave; la poudre renfermera le mucilage emprisonné dans ses cellules et coagulé par la dessiccation, ainsi que le sucre isolé et en poudre, pur de toute combinaison. Si les molécules du mucilage affectaient un volume plus grand que celles du sucre, il suffirait de tamiser pour obtenir à part le sucre tout cristallisé. Mais il n'en sera pas probablement ainsi, et la meule aura donné à toutes les molécules un égal volume. Quoi qu'il en soit, la dessiccation aura rendu le mucilage moins soluble que le sucre, celui-ci se dissoudra plus vite que celui-là dans l'eau; en sorte qu'en filtrant à une certaine époque, le sucre sera dans le cas de passer presque pur, et les tissus mucilagineux resteront sur le filtre. Pour accélérer encore davantage la dissolution, il sera bon d'agiter continuellement le liquide dans une chaudière ou un vase en tôle. La concentration d'une dissolution aussi pure pourrait se faire à froid et par évaporation au moyen du vide; et pour cela, il ne faudrait des machines ni si puissantes ni si compliquées; un grand courant d'air déterminé par un ventilateur pourrait remplacer avec succès la machine à produire le vide.

3224. 10° Nous félicitons MM. les fabricants du Nord d'avoir déjà fait à leur noble industrie de nombreuses applications du nouveau système; mais tout n'est pas fini sous ce rapport; et nous pressentons qu'en continuant dans cette voie, ils porteront le rendement à un chiffre qui paraîtrait exagéré si nous l'énoncions d'avance. Qu'ils ne perdent jamais de vue que l'étude de l'organisation est l'œil de la chimie organique, ainsi que de toute opération industrielle, qui manipule sur les substances extraites des animaux ou des végétaux.

### § VIII. *Extraction du sucre de raisin.*

3225. Nous comprendrons sous ce nom le sucre, soit qu'il existe naturellement dans les fruits: raisin, figues, pruneaux, miel, châtaignes, champignons, chiendent, urine des diabétiques; soit que l'on produise artificiellement en traitant le ligneux ou l'amidon par l'acide sulfurique (1162). Il ne diffère du sucre de canne, ou sucre des racines verticales et pivotantes, que par son mode de cristallisation. Le mode d'extraction en varie selon la composition du suc de la plante d'où on l'extrait, et selon la nature des acides ou des sels qui se trouvent associés au sucre dans le jus.

3226. SUCRE DE RAISIN. — C'est à Proust (\*) que nous sommes redevables de ce que nous savons sur l'extraction du sucre de raisin. Ce sucre cristallise spontanément dans les raisins secs ; la cristallisation en est tuberculeuse et en choux fleurs. Mais si on cherche à l'obtenir au moyen de l'alcool, elle a lieu en prismes assez durs, à faces rhomboïdales, et en tablettes analogues à celles du sucre de canne (3059) : ce qui indique déjà que dans le premier cas la différence de cristallisation ne provient que d'un mélange, et probablement de la présence des sels tartriques qui abondent dans les fruits, surtout dans le raisin, et qui manquent absolument dans les racines. En effet, le jus du raisin renferme en dissolution ou en suspension, le sucre, le gluten dissous par l'acide tartrique libre, du tartrate de potasse acide, du tartrate de chaux, et autres sels en quantités moins appréciables. Pour débarrasser le jus de son gluten, on emploie la craie ou le marbre en poudre, ou tout autre calcaire, qui se combine avec l'acide tartrique libre, il se produit une effervescence due au dégagement de l'acide carbonique ; le gluten se grumèle, mais ne se prend pas en masse albumineuse ; on en débarrasse la liqueur par la clarification au blanc d'œuf, ou au sang (3211), ou au noir animal ; on évapore dans une chaudière de cuivre jusqu'à ce que le jus marque 35° bouillant ; on verse dans un rafraichissoir, où, au bout de quelques jours, il est pris en une masse cristalline peu compacte, que l'on met égoutter, que l'on lave, et que l'on soumet à une forte pression. Le sirop qui s'écoule donne de nouveaux cristaux par une nouvelle concentration.

3227. Or, en réfléchissant sur la filière de ces procédés, il est impossible de ne pas voir que les cristaux que l'on obtient doivent, quoi qu'on fasse, contenir une grande quantité de tartrate de potasse, sel qui n'est jamais si soluble que lorsqu'il est neutre ; en sorte que la cristallisation du sucre, lorsqu'on l'extrait du raisin, doit affecter alors des formes tout à fait différentes de celles que nous lui avons reconnues, lorsqu'on l'extrait des troncs ou des racines pivotantes des végétaux, chez qui le tartrate de potasse semble avoir été remplacé par le tartrate de chaux. Aussi les cristaux reprennent-ils leurs formes naturelles, lorsqu'on les obtient, non par l'eau, mais par

l'alcool ; mais alors l'eau de cristallisation est remplacée par de l'alcool de cristallisation. De là vient aussi que, lorsqu'on cède du sucre de plomb avec le sucre de raisin, il brunit et répand une odeur de sucre rance, la dessiccation ; car le tartrate de potasse ne porte pas une température aussi élevée que le sucre. Et ce qui confirme encore cette hypothèse, c'est que l'analyse du sucre de raisin est presque celle du sucre de canne ; en sorte qu'on trouve peu de sucre de raisin, en combinant les chiffres du sucre de canne et ceux du sucre de canne ; et je suis persuadé qu'on se procurerait des pièces du sucre de raisin, en mélangeant l'acide de potasse avec du sucre de canne, qu'on transformerait ensuite en sucre de raisin en sucre de canne, en traitant le jus clarifié par l'acide tartrique, puis le tartrate de potasse à l'état cristallin, et l'excès d'acide tartrique par la craie.

3228. Le sucre occupe, chez les végétaux, les mêmes organes que chez la betterave ; il est renfermé, à l'état de la plus grande pureté, dans un réseau pseudo-vasculaire qui compose la pulpe de ce fruit. Le gluten forme la charnue de la plupart des cellules qui élaborent le sucre ; l'acide tartrique circule peut-être dans les sucres cellulaires, qui sont le véritable réseau vasculaire des organes végétaux.

3229. C'est à la réaction de ce principe gommeux qu'est due la maturation du fruit, c'est-à-dire sa maturité ; c'est à la fermentation alcoolique, qui a lieu dans le jus du raisin en vin, ainsi que l'a admirablement bien expliqué, avant moi, l'illustre ministre Chaptal. Toute autre espèce de fermentation n'aurait pas la même propriété de transformer les substances gommeuses du jus en sucre analogue à celui du raisin ; et l'acide sulfurique n'agit pas comme l'acide végétal ; seulement son action est plus énergique.

3230. A l'époque de la plus rude guerre, le système continental, en 1810, on ne pouvait pas en France, le sucre par du sirop de sucre, la préparation ne différait de celle

(\*) Napoléon avait proposé un prix de 100,000 fr. au chimiste qui découvrirait les moyens d'extraire avec économie le sucre de nos plantes indigènes, du sucre à pouvoir fournir à la consommation de la France, qui se trouvait pressé, par suite du système continental, de l'importation du sucre des colonies. Proust gagna le prix, mais il ne fut pas récompensé. Napoléon lui imposa en effet sa condition de couvrir, et Proust ne se reconnut pas capable de le faire.

l'on évaporait jusqu'à 32° B. seulement, le, pour prévenir la fermentation, on onneaux qui servaient à le conserver, it des mèches soufrées, ou en y instil- etite quantité d'acidesulfureux liquide. rvait à sucrer le café et l'eau, mais nent à remplacer le sucre de canne mpotes de prunes à l'eau-de-vie et les de groseilles et de moût. Ce sirop est tescible; mais cependant, à la longue, ation s'y établit. Aujourd'hui on n'en usage; quand on nous fermerait toutes e pays ne sera plus jamais exposé à e sucre.

On se sert du moût de raisin, comme de oseilles, etc., pour faire des confitures, paration et l'aspect varient selon les i. Dans les pays méridionaux, où le beaucoup plus sucré que glutineux et oncentre le moût; et lorsqu'il a acquis ance presque sirupeuse, on y jette des i écorces d'orange ou de melon; on e quelque temps, on retire du feu, et de cette préparation de grands pots l'on recouvre d'un papier. Ce genre de

l'aspect noirâtre de notre détestable isien; mais il a un goût exquis et on sent, en le mangeant, la substance croquer sous la dent. N'imitiez pas les rsque vous n'avez pas les mêmes sub- ur soumettre; le raisin du Nord vous ne détestable confiture par le procédé ans le Nord, ajoutez à force de la u marbre, ou du calcaire à votre moût écumez, et ne concentrez que lorsque sera plus acide, si vous voulez trans- re raisiné en confitures de ménage des u Midi. Mais, d'un autre côté, le rai- ne vous donnera pas la gelée vermeille les du Nord, à moins que vous ne le n avant sa maturité complète et à l'état car la gelée provient du gluten dissous, et chez les raisins mûrs, l'acide a paru en entier par la saccharification. ait sans retour la gelée de groseilles, aitait le jus étendu par la craie; mais concentrant le jus de groseilles, on, il est vrai, une gelée tremblotante, elée acide, et d'une acidité insupport- ut ajouter au jus le sucre dont, à cette : fruit manque. Pour cela, on épluche grain afin de le débarrasser du pédon- calice qui communiqueraient au jus

une certaine amertume; on met les grains sur le feu, pour les y faire crever par la dilatation du liquide et de l'air interstitiel; on passe au tamis en les écrasant. On mêle le jus à une égale quantité en volume de sucre en poudre; on fait évaporer jusqu'à consistance sirupeuse, et on verse dans des petits pots blancs évasés. Pour préserver la gelée du contact de l'air, on en recouvre le lendemain la superficie d'un papier mouillé, qui s'applique tout autour des parois du vase, et l'on recouvre le vase d'un papier ordinaire que l'on ficelle autour du bord. On mêle aussi une certaine quantité de framboises, pour aromatiser les groseilles. La gelée qu'on obtient est rose, transparente, devenant de plus en plus foncée avec le temps, par la réaction de l'acide sur les tissus organiques, et de plus en plus grenue par l'évaporation des parties aqueuses et la concentration progressive de la substance. On conserve ces gelées à l'obscurité dans les armoires.

**3232. SUCRE DE MIEL.** — Le miel est une substance jaune plus ou moins claire, dont les abeilles remplissent les alvéoles de leurs rayons ou gâteaux de cire, soit pour leur approvisionnement des premiers beaux jours de la fin de l'hiver, soit pour servir de nourriture à leurs jeunes larves, à leur *couvain*. C'est le produit d'une élaboration spéciale de leur digestion stomacale, ou plutôt d'une espèce de rumination, en vertu de laquelle elles ont la faculté de rejeter au dehors une partie des sucs sucrés qu'elles ont puisés dans les nectaires des fleurs et sur la surface de certaines feuilles, dont l'autre partie est élaborée au profit de leur propre digestion. Quant aux parois des alvéoles de leurs gâteaux, c'est avec le pollen des fleurs qu'elles les pétrissent; et pour suffire à cette œuvre d'une admirable régularité, la nature a donné à deux de leurs pattes une structure telle, qu'elles s'en servent en même temps et comme de moyen de transport, et comme de truelle. A l'époque de la castration des rayons de miel, il s'y trouve donc trois espèces différentes de substances : la cire qui forme les parois des alvéoles hexagonaux, le miel qui remplit chaque alvéole, et les larves ou *couvain* qui reposent dans un certain nombre d'alvéoles. Pour séparer le miel de la cire, on soumet les rayons au pressoir; le miel coule pur, dès que l'alvéole est crevé, parce qu'il coule en obéissant à son propre poids; mais dès que la pression devient plus forte, elle écrase les larves, dont les sucs et les tissus viennent, en se mêlant avec le miel, en

admettre les qualités; on a donc soin de ne pas mêler ensemble le miel de la première période avec celui de la seconde; et pour distinguer nettement le point où l'une finit et où l'autre commence, on ferait bien d'employer la loupe, afin de s'orienter par les caractères physiques des tissus. Lorsque le miel a cessé de couler et que les gâteaux ont été aplatis, pour isoler la cire du couvain et du miel dont elle est imprégnée, on jette les gâteaux dans l'eau bouillante, enfermés dans des sacs de toile qui servent de filtre et retiennent le couvain; la cire fond, l'eau se charge de tout ce qui n'est pas elle; et par le refroidissement la cire vient se figer à la surface. Dans cet état elle est colorée en jaune, et pour la blanchir il faut l'exposer en forme de rubans à la rosée.

5253. Le miel, étant le produit de l'élaboration des sucs sucrés des fleurs, doit varier en qualité, selon la nature du climat et de l'exposition, selon l'espèce de fleurs sur lesquelles l'abeille est forcée de butiner. Aussi le miel du Midi de la France l'emporte-t-il sur celui du Nord; le miel des montagnes couvertes de plantes odoriférantes, de thym et de lavande, l'emporte-t-il sur celui de la plaine. En un mot, il en est du miel comme du raisin; dans le Midi il est beaucoup plus sucré et beaucoup plus parfumé que dans le Nord; dans le Nord il est plus riche en gluten et en acide que dans le Midi. Le miel du mont Hymette et du mont Ida occupait la première place chez les anciens. En France, le miel de Narbonne et du Gatinais l'emporte sur tous les miels indigènes: le plus mauvais de tous est celui de Bretagne, non-seulement à cause de la malpropreté avec laquelle on l'extrait, mais surtout encore à cause que les abeilles, en s'éveillant de leur léthargie d'hiver, ne trouvent d'autres fleurs sucrées à butiner, à cette époque, que le *sarrasin*. Par la même raison, il serait dangereux d'élever des abeilles dans les champs où ces insectes ne trouveraient à la disposition de leurs premières récoltes, que la jusquiame, les azalées, ou autres plantes vénéneuses; contre-temps qu'on n'a pas à redouter dans le Midi de la France, où les fleurs des labiées et des arbres à fruit devancent les premiers beaux jours du printemps.

**3234.** Le miel est donc un mélange variablement compliqué de sucre, de substances glutineuses et acides, et de sels. Or, d'après les principes que nous avons émis sur les résultats chimiques des mélanges (3180), il doit paraître évident que l'extraction du sucre de miel ne sera jamais que partielle, et qu'une grande partie de

cette substance restera mélangée  
gluten rendu soluble par la p<sup>re</sup>  
et qu'en conséquence on obtien  
de substances sucrées, l'une pur  
et l'autre mélangée de substa  
les mêmes menstrues qu'elle, et  
s'opposera sans retour à sa cri  
dité même de cette dernière, e  
quescente, lui communiquera u  
l'alcool anhydre, dont sera priv  
tenue à l'état de pureté par la  
là, dans l'ancienne chimie, deux  
de sucre, l'une cristallisable, et  
tallisable. Mais à ce prix, not  
miel renferme plus d'un genre  
nomenclature a été trop modes  
tions.

5235. Le sucre cristallisable ( toujours une certaine quantité dont le mélange s'oppose à la l'autre. Il ne diffère de celui-c portions du mélange ; de là vi de cristallisation diffère des suc de pureté. Il en coûterait trop e rifier le sucre de miel, de ma identique par la forme avec le les frais d'extraction l'emporte duit. Mais dans le laboratoire, cet état physique, si on voulait s de le dépouiller de tout ce à qu

3236. Si donc on traite le miel animal et la craie (3189) d'une partie de craie, 5 parties mal sur 100 parties de miel, parties d'eau, on en obtiendra, raisin, un sirop dont Lowitz le mandé l'usage; mais le sirop procédés conserve toujours un de caramel. On place le miel sur le feu; après une ébullition on ajoute le charbon, puis un deux kilogrammes de miel; on a autres minutes, on retire du feu quart d'heure on passe le sirop sur une chausse.

3157. SUCRE DE CHAMPIGNON.  
des *Agaricus acris, voltracens*;  
*dis* ; *Phallus impudicus* ; *Me*  
*rellus* ; *Hydnum repandum* et  
*ziza nigra* ; et on le retirera  
toutes les espèces de fongosité  
sous la rubrique de ces di



champignon. on en délaye la pulpe on filtre et on évapore jusqu'à siccité; ors le résidu par l'alcool, qui se charge lance d'un brun foncé; on concentre et refroidissement l'alcool dépose une crée, que Braconnot a considérée espèce particulère de sucre. D'après substance blanche, moins douce que le sucre, a une disposition fort remarquable; il suffit en effet d'enduire une lame de verre d'une goutte de sa dissolution pour en obtenir des groupes de cristaux rayonnants d'un centre commun; par évaporation spontanée, on obtient des cristaux prismatiques à base carrée. Exposé à feu, le sucre de champignon se boursouffle et s'enflamme en exhalant une odeur de élé à la plupart des acides, il conserve la faculté de cristalliser; il se change en acide par l'acide nitrique, mais sans donner trace de substance amère.

Il faut d'admettre, comme espèce particulière, cet extrait alcoolique des champignons. Il eût été logique d'en faire l'analyse chimique, et de s'assurer si elle ne renferme rien de plus. Nous sommes convaincu que ce sucre est un mélange de sucre, d'albumine végétale et d'ammoniacaux, auxquels il est redevable de ses formes cristallines, et de sa facilité à cristalliser.

Un sucre qui sucre moins que le sucre ordinaire est un sucre mélangé. On retirerait un sucre analogue à celui des champignons, en traitant les mêmes procédés les jeunes ovaires de la betterave (3160), et peut-être aussi la farine de maïs (3164), où le sucre se trouve mélangé à l'huile et du gluten. On en a obtenu de semblable de la racine de chien-

limpidité et ne manifeste pas le moindre louche; on arrête alors le feu, on sature l'acide par la pierre à chaux; on traite par le charbon animal; on filtre; l'on concentre sur le feu jusqu'à consistance sirupeuse, et on verse dans des rafraichissoirs; au bout de trois jours le sucre est pris en masse grenue, cristalline, et blanche comme le sucre ordinaire.

3240. Il est inutile de faire observer que l'ébullition doit avoir lieu dans des vases que l'acide ne puisse pas corroder; en grand, on se sert de vases de bois qu'on chauffe en y faisant arriver de la vapeur d'eau.

3241. La durée de la transformation saccharine est en raison inverse de la quantité d'acide que l'on emploie; il faut de trente-six à quarante heures lorsque l'acide n'entre que pour un centième du poids de l'eau; il ne faut que vingt heures, lorsqu'on emploie  $2\frac{1}{2}$  d'acide sur 100 d'eau; et si l'acide forme le dixième du mélange, il suffit de sept à huit heures d'ébullition.

3242. Toute la difficulté de l'extraction consiste dans la saturation de l'acide sulfurique par la craie; et il arrive fréquemment que dans les tonneaux le sucre ou le sirop le plus blanc passe au jaune et même au brun, qu'il reprend alors une acidité prononcée, et que le sirop devient grenu, croquant et comme terreux. En effet, le sulfate de chaux, en se précipitant, emprisonne dans ses molécules, et de l'amidon transformé, et des molécules d'acide sulfurique libre. Le sucre, à l'état sirupeux, peut renfermer des molécules d'acide, sans donner le moindre signe d'acidité aux papiers réactifs; car il est un instant où le sirop ne mouille pas; et l'acidité ne passe aux papiers que par le véhicule qui mouille; en sorte que l'on sera porté à considérer comme saturé un sirop fortement acide encore, et qu'on le fera cristalliser en toute sécurité. Mais par suite d'une réaction lente et sourde, l'acide ne manquera pas de se reporter sur le sucre d'une manière qui ne deviendra appréciable qu'à la longue et par la somme de ses effets (915). Le sucre jaunira d'abord, et puis noircira à la longue; et dès lors, il produira sur l'économie animale des résultats imprévus. D'un autre côté, le sulfate de chaux passera par ses molécules cristallisées les plus ténues, avec le sirop, à travers les mailles du filtre; car ce sulfate cristallise en aiguilles d'une extrême ténuité. L'excès d'acide en tiendra une certaine quantité en dissolution; en sorte qu'à mesure que cet excès d'acide réagira, et sur le sucre et sur les parois des tonneaux, le sulfate de chaux cristallisera

SUCRE ARTIFICIEL OU SUCRE D'AMIDON ET DE FÉCULE. — C'est à Kirchhoff que nous sommes redevable de la découverte de la transformation de l'amidon en sucre, sous l'influence de l'acide sulfurique, principalement, quoique les acides hydrochlorique, oxalique, etc., puissent être employés au même usage. Dans un quart de son poids d'amidon de fécule de pomme de terre; on fait bouillir en remplaçant à mesure l'eau qui s'évapore par ce qu'une portion de la liqueur alcoolique trois fois son volume d'alcool conserve sa

par le refroidissement ? L'excès de résine et d'huile se précipitera sous forme solide ; et en se précipitant il entraînera non-seulement les molécules alcooliques, mais encore les molécules sucrées qui lui étaient associées dans la solution. Vous aurez donc un mélange d'autant plus intime de sucre et d'huile, qu'il résultera d'une même loi de capacité de saturation. Si vous dissolvez maintenant ce précipité dans une nouvelle quantité d'alcool, vous pourrez en diminuer la masse, mais vous en altérerez peu les proportions, parce que vous vous arrêterez, crainte de tout perdre ; la purification à laquelle vous croirez soumettre ce mélange, ne sera donc qu'une simple diminution. Mêlez ensemble, dans l'alcool bouillant, du sucre de canne, et une huile essentielle ou une résine, et vous obtiendrez par le refroidissement une belle manne.

3254. Les caractères physiques et chimiques que l'on a assignés au sucre de manne, s'expliquent tous admirablement bien d'après ces données. Nous avons dit pourquoi ce mélange saccharin n'est pas fermentescible. La mannite est très-soluble dans l'eau ; car le sucre communique sa solubilité dans l'eau à l'huile (3179). L'acide nitrique le transforme en acide oxalique, mais n'y produit pas la plus minime quantité d'acide mucique, parce qu'il est impossible que ce précipité alcoolique renferme le moindre atome de sels calcaires (3105). Ce sucre exposé à la chaleur se ramollit sans fusion, à cause de l'huile concrète qui remplace l'eau de cristallisation (153). Enfin, à l'analyse élémentaire il présente souvent un excès d'hydrogène ; exactement comme le fait à la même épreuve un mélange de sucre et d'huile, soit fixe, soit essentielle. Ce sucre dissout l'oxyde de plomb, comme le font toutes les huiles.

3255. PRINCÈPE DOUX DE L'HUILE (Schéele), GLYCÉRINE (Chevreul). — Schéele observa qu'en traitant à chaud les huiles grasses par la litharge, et dans l'eau, celle-ci se charge d'un principe doux, qui, évaporé dans le vide à une température de 20 à 25°, acquiert une consistance sirupeuse, et une pesanteur spécifique de 1,27 à la température de 17°. C'est une substance liquide, transparente, incolore et inodore, d'une saveur très-douce, qui attire facilement l'humidité de l'air, et qui, projetée sur des charbons incandescents, s'enflamme à la manière des huiles ; l'eau la dissout en toutes proportions, ainsi que l'alcool, l'acide nitrique la convertit en acide oxalique, et l'acide sulfurique la transforme en sucre

d'après Vogel ; elle dissout d'oxyde de plomb, et l'acide de plomb n'en trouble point ; Vogel a retiré de la glycérine par d'autres espèces la soude, la baryte, la strontine.

3256. Nous sommes connus par les jeunes fœtus (1989) de la glycérine en bien plus grandes quantités ordinaires.

Car la glycérine n'est qu'une quantité préexistante de sucre et d'huile rendue soluble dans l'eau par son association avec le sucre ; la formation d'un acide, ou la réaction des bases, ou la réaction du feu en chauffant dans une bassine, ou dans un mélange d'une partie de litharge et d'une partie d'huile d'olive et un tiers d'eau ; on remue le mélange, on laisse refroidir, on remue de nouveau, on remplace l'eau à mesure qu'elle s'arrête l'opération, quand elle est en forme d'emplâtre. On décante le superflu, on verse un courant d'hydrogène pour précipiter le peu d'oxyde de plomb qui pourrait contenir ; on chasse l'hydrogène sulfuré, et l'on chauffe au bain-marie.

3257. SUCRE DE LAIT, ANHYDRE. On l'extrait en grand, en traitant le lait qui reste, lorsqu'on a séparé le beurre. On le sure. On l'évapore jusqu'à consistance sirupeuse, abandonné à lui-même pendant quelques semaines, dans un endroit où il ne tombe point des cristaux grenus, que l'on recueille et que l'on verse dans le commerce sous le nom de sucre de lait ; ce sont des pains de sucre qui ont un volume considérable. On en fait des prismes à quatre faces, des pyramides à quatre faces, et d'autres formes. Le sucre de lait a une saveur du sucre de lait et un peu sabieuse ; sa pesanteur spécifique est 1,27 ; il contient 12 pour 100 d'eau. On le fait fondre avec précaution, sous un aspect blanc, jaunâtre et qui se ternit et se déliquescence, si on le laisse à l'air, et dessiccation. On l'obtient en traitant le lait avec du carbonate de soude, on le fait cristalliser plus de fois dans l'eau ; il est pur et blanc ; il est tout à fait insoluble dans l'acide sulfurique le convertit en sucre de raisin ; l'acide

caractères de cristallisation par les-  
artificiel semble se distinguer du  
ne, sont dus à un mélange d'acide et  
et on ne pourrait débarrasser la sub-  
force de soins et de temps. On com-  
qualités du sucre de raisin au sucre  
le traitant par l'acide sulfurique  
sant bouillir le mélange. Car dans ce  
au sucre de canne un élément qui le  
rgrométrique, plus déliquescent, et  
e cristalliser d'une manière plus

**LE DIABÈTE.** — Nous plaçons ici ce  
ne animale, pour ne pas séparer deux  
substances identiques sous tous les  
rts. Nous avons vu que le sucre existe  
tissus jeunes et embryonnaires des  
89); et l'on en retirerait des quantités  
s, si on voulait en prendre la peine.  
ait ainsi du sucre de raisin, identique  
on retire des urines caractéristiques  
dont nous nous occupons ici, et en  
de la glycérine. Le malade affecté de  
oujours soif, et urine par jour jusqu'à  
un liquide qui n'a plus ni l'odeur ni la  
rines ordinaires, qui ne donne plus  
de la fermentation ammoniacale; mais  
de la levûre, éprouve la fermentation  
et donne une certaine quantité d'eau-  
trouve de l'eau, du sucre et des traces  
aline, et de substance animale. Pour  
le sucre, on verse dans l'urine du  
de plomb en excès, on filtre la liqueur,  
ser un courant d'hydrogène sulfuré  
le plomb en sulfure, on filtre de  
on évapore en consistance sirupeuse.  
rie en consistance, il cristallise ou  
aspect gommeux, quoiqu'il fermente  
ec la levûre. Tout indique que le sucre  
des urines n'a pas été obtenu à l'état  
n distingue deux espèces de *diabètes*,  
cré que l'autre.

### *Sucres non fermentescibles.*

s comprenons sous ce nom, les mé-  
niques, dont le sucre forme la moindre  
ont les autres éléments sont de nature  
entièrement à la fermentation spiri-  
icre, lorsqu'on le met en contact avec  
conçoit, en effet, que puisqu'il suffit  
230) un jus fermentescible, pour en  
AIL. — TOME II.

paralyser à toujours la tendance à la fermentation,  
il doit paraître évident qu'un sucre extrait d'une  
plante à l'état de mélange, perde cette propriété,  
tant qu'il n'aura pas été obtenu à l'état de pureté  
complète. Or la présence de la résine et de l'huile  
(3182), qui accompagne si souvent la substance  
saccharine dans la sève des végétaux, est une  
cause suffisante pour paralyser le phénomène.  
Les sucres non fermentescibles sont donc les  
sucres les plus impurs; et probablement la nomen-  
clature aurait été débarrassée de bien des noms  
spécifiques, si cette réflexion, qui n'a besoin que  
d'être énoncée pour être acceptée, était venue à  
l'esprit des chimistes qui se sont occupés de l'a-  
nalyse des végétaux.

**3251. SUCRE DE MANNE (mannite).** — La manne  
coule, avec une consistance sirupeuse, des troncs  
du frêne (*fraxinus ornus*), du laricio (*pinus la-  
rix*), sur l'écorce desquels elle se solidifie en larmes  
blanches ou légèrement jaunâtres, sucrées, et que  
l'on recueille pour les pharmacies. Proust reconnut  
que la manne renfermait et du sucre de canne, et  
une espèce particulière de sucre que l'on nomma  
*mannite*, le tout associé à une matière extractive  
qui communique au mélange des qualités laxa-  
tives.

On extrait le sucre de manne de la manne, en  
dissolvant cette substance dans l'alcool bouillant,  
d'où le sucre de manne cristallise par le refroidis-  
sement; on l'exprime, on le fait cristalliser une  
seconde fois, et il forme alors les quatre cinquiè-  
mes de la masse totale. Les cristaux en sont d'an-  
tant plus purs et plus gros, que le refroidissement  
de la liqueur alcoolique est plus lent. Ce sont,  
d'après les chimistes, de petites aiguilles quadri-  
latères, incolores et transparentes.

**3252.** On extrait aussi le sucre de manne du  
jus des oignons, des betteraves, du céleri, des as-  
perges, etc.; mais pour l'obtenir, il faut d'abord  
avoir détruit, par la fermentation spiritueuse, le  
sucre de canne que renferment ces plantes.

**3253.** Or comment ne pas voir, si l'on se rap-  
pelle les principes que nous avons énoncés, sur  
l'œuvre apparente des mélanges, que des jus qui  
renferment simultanément du sucre de canne, des  
résines et de l'huile essentielle ou fixe, puissent  
donner, par le traitement alcoolique, un précipité  
qui participera des qualités de deux substances à  
la fois? En effet, le sucre est aussi soluble dans  
l'alcool bouillant que la résine ou l'huile essen-  
tielle, mais la résine et l'huile essentielle le sont  
moins dans l'alcool froid. Qu'arrivera-t-il donc

par le refroidissement ? L'excès de résine et d'huile se précipitera sous forme solide ; et on se précipitant il entrainera non-seulement les molécules alcooliques, mais encore les molécules sucrées qui lui étaient associées dans la solution. Vous aurez donc un mélange d'autant plus intime de sucre et d'huile, qu'il résultera d'une même loi de capacité de saturation. Si vous dissolvez maintenant ce précipité dans une nouvelle quantité d'alcool, vous pourrez en diminuer la masse, mais vous en altérerez peu les proportions, parce que vous vous arrêterez, crainte de tout perdre ; la purification à laquelle vous croirez soumettre ce mélange, ne sera donc qu'une simple diminution. Mêlez ensemble, dans l'alcool bouillant, du sucre de canne, et une huile essentielle ou une résine, et vous obtiendrez par le refroidissement une belle manille.

3254. Les caractères physiques et chimiques que l'on a assignés au sucre de manne, s'expliquent tous admirablement bien d'après ces données. Nous avons dit pourquoi ce mélange saccharin n'est pas fermentescible. La mannite est très-soluble dans l'eau ; car le sucre communique sa solubilité dans l'eau à l'huile (3179). L'acide nitrique le transforme en acide oxalique, mais n'y produit pas la plus minime quantité d'acide muçique, parce qu'il est impossible que ce précipité alcoolique renferme le moindre atome de sels calcaires (3105). Ce sucre exposé à la chaleur se ramollit sans fusion, à cause de l'huile concrète qui remplace l'eau de cristallisation (152). Enfin, à l'analyse élémentaire il présente souvent un excès d'hydrogène ; exactement comme le ferait à la même épreuve un mélange de sucre et d'huile, soit fixe, soit essentielle. Ce sucre dissout l'oxyde de plomb, comme le font toutes les huiles.

3255. PRINCIPÉ DOUX DE L'HUILE (Schéele), GLYCÉRINE (Chevreul). — Schéele observa qu'en traitant à chaud les huiles grasses par la litharge, et dans l'eau, celle-ci se charge d'un principe doux, qui, évaporé dans le vide à une température de 20 à 25°, acquiert une consistance sirupeuse, et une pesanteur spécifique de 1,27 à la température de 17°. C'est une substance liquide, transparente, incolore et inodore, d'une saveur très-douce, qui attire facilement l'humidité de l'air, et qui, projetée sur des charbons incandescents, s'enflamme à la manière des huiles ; l'eau la dissout en toutes proportions, ainsi que l'alcool ; l'acide nitrique la convertit en acide oxalique, et l'acide sulfurique la transforme en sucre

d'après Vogel ; elle dissout une certaine quantité d'oxyde de plomb, et l'acétate ou le carbonate de plomb n'en troublent pas la dissolution. Vogel a retiré de la glycérine, en la traitant avec des huiles par d'autres espèces de bases, la soude, la baryte, la strontiane, la potasse.

3256. Nous sommes convaincu que les jeunes fœtus (1989) donneraient à la glycérine en bien plus grande quantité que les huiles ordinaires.

Car la glycérine n'est qu'une quantité préexistante de sucre et d'huile rendue soluble dans l'eau, non par son association avec le sucre, mais par la formation d'un acide, sous l'influence de la réaction des bases. On la prépare en chauffant dans une bassine de cuivre un mélange d'une partie de litharge pulvérisée, d'une partie d'huile d'olive et une demi-partie d'eau ; on remue le mélange avec une spatule ; on remplace l'eau à mesure qu'elle s'évapore ; on arrête l'opération, quand le mélange forme d'emplâtre. On décante l'eau, et on verse un courant d'hydrogène sulfuré pour précipiter le peu d'oxyde de plomb qui pourrait contenir ; on chasse par la chaleur l'hydrogène sulfuré, et l'on concentre au bain-marie.

5257. SUCRE DE LAIT, aujourd'hui, LACTOSE. On l'extrait en grand, en Suisse, à partir du lait qui reste, lorsqu'on a séparé le caillé du lacté. Évapouré jusqu'à consistance de sirop, et abandonné à lui-même pendant une ou deux semaines, dans un endroit frais, le sirop se recouvre de cristaux grenus, que l'on recueille et verse dans le commerce sous le nom de sucre de lait ; ce sont des pains cristallins, blancs, qui ont un volume considérable, et qui, lorsqu'on les brise, on voit des prismes à quatre pans terminés en pyramides à quatre faces, à clivage facile. Le sucre de lait est faiblement sucré ; sa pesanteur spécifique est de 1,17 ; il contient 12 pour 100 d'eau qu'il ne peut faire fondre avec précaution ; il présente un aspect blanc, jaunâtre et opaque, et se dessèche et se déliquescence, si on pousse un peu la dessiccation. On l'obtient d'autant plus facilement qu'on le fait cristalliser plus de fois. Il se dissout dans l'eau ; il est peu soluble dans l'alcool ; l'acide sulfurique le convertit comme l'amidon ; l'acide nitrique le convertit en sucre de raisin ; l'acide nitrique le

allique, acétique et mucique; mis en contact avec l'acide hydrochlorique gazeux, il dégage une grande quantité de ce gaz, se combine avec une masse grise et grenue, dont l'acide dégage l'acide hydrochlorique avec effervescence; il absorbe, comme le sucre ordinaire (315), le gaz ammoniac. La potasse cause sa transformation, comme le ligneux et l'amidon, en une masse brune amère, insoluble dans l'eau. Il se combine avec l'oxyde de plomb et rend ce dernier soluble; et la combinaison qu'il formerait, d'après Berzélius, de 18,12 d'oxyde de plomb, et de 81,88 de sucre de lait ne fermente pas avec la

potasse. Nous venons de transcrire tous les caractères principaux assignés par les chimistes au petit-lait. Pour les lecteurs qui auront médité sur les propriétés de cet ouvrage, nous pourrions nous contenter de démontrer que tous ces caractères s'accordent avec la même exactitude, en analysant toutes pièces du sucre de canne à toutes les températures, dont l'analyse démontre la présence du petit-lait. En effet, le petit-lait est un mélange de sucre, d'albumine et d'huile rendus solubles par l'acide acétique libre, d'acétate de chaux et de phosphate de chaux et de sels ammoniacaux. Si vous abandonnez un tel mélange à lui-même, vous en obtenez une cristallisation spontanée; il est évident que ces cristaux renferment tous les principes de toutes les substances que nous venons d'énumérer; car comment prouverait-on la pureté de tant de substances cristallisables, la cristallisation lente et tardive n'en choisit qu'une seule, précisément la moins cristallisable de toutes. C'est la démonstration la plus irréfragable, par l'acide nitrique, le sucre de lait renferme l'acide mucique; donc il renferme un peu de chaux (3105). D'un autre côté, dans un sucre semblable exposé à l'obscurité, il doit spontanément se former de l'ammoniaque, qui, avec les sels ammoniacaux que possède déjà le sucre, doit former avec les acides libres de petites quantités de sels cristallisables. L'analyse, au contraire, qui ne signale pas même des traces de sucre dans le sucre de lait, donne encore une preuve de son impuissance et de la faiblesse de ses prétentions; car la potasse en dégage l'ammoniaque. Le gaz acide hydrochlorique absorbé et neutralisé non par le sucre, mais par les bases alcalines qui sont mélangées avec le sucre, et l'acide sulfurique le dégage avec effervescence, comme de tous les hydrochlorates.

La torréfaction donne au sucre de lait tous les caractères d'une gomme, car le petit-lait renferme de l'albumine et de la gomme. La potasse et la soude augmentent la solubilité des mélanges albumineux. Enfin, ce résidu ne cristallise, que parce qu'il neutralise, au contact de l'air et par l'absorption de l'ammoniaque, l'acide libre qui servait à la fois de menstrue à tous les éléments compliqués de ce mélange. Nous répéterons encore à MM. les chimistes qu'un sucre qui *sucro peu*, n'est pas seulement du sucre.

3259. SUCRE ou plutôt SUC DE RÉGLISSE. — C'est pour compléter la liste, que nous entrons, sur cette substance sucrée, dans quelques détails; nous serons court et nous nous contenterons d'exposer les principaux caractères, afin de n'être pas exposé à tomber dans de fastidieuses répétitions.

On l'extrait en traitant les racines du *Glycyrrhiza glabra* et de l'*Abrus precatorius* par l'eau bouillante, concentrant la liqueur à une douce chaleur, le mêlant à de l'acide sulfurique, qui précipite à la fois le sucre de réglisse et l'albumine végétale (1282). On lave le précipité à l'eau aiguillée d'acide sulfurique, puis à l'eau pure; on dissout dans l'alcool qui laisse l'albumine et s'empare du sucre. On verse dans la liqueur, goutte à goutte, une dissolution de carbonate de potasse, jusqu'à ce que la liqueur ne soit plus acide; on filtre et on évapore; le sucre reste sous forme d'une masse jaune, translucide, fendillée, qui se détache facilement du vase.

3260. Le sucre extrait du jus de réglisse est d'une couleur brune, et cette couleur n'est pas changée quand on le traite par le charbon animal.

Le suc de réglisse a une saveur un peu différente du jus de réglisse, qui est toujours un peu nauséabond; il est soluble également dans l'eau et dans l'alcool. Jeté à l'état de poudre dans la flamme, il brûle comme la poudre de Lycopode (1424). Les acides organiques et inorganiques, les bases et certains sels précipitent le sucre extrait du *Glycyrrhiza*, mais non celui que l'on extrait de l'*Abrus precatorius* (3184).

#### § X. Caractères de polarisation circulaire que présentent les divers mélanges saccharins.

3261. Lorsque Biot entreprit de soumettre les divers sucres des végétaux à l'épreuve de la polari-



sation circulaire (970), il céda, dès les premiers essais, à l'un de ces mouvements bien pardonnable, qu'on éprouve toujours dans ces sortes de cas ; il s'exagéra l'importance de ce caractère, et crut y trouver un moyen de distinguer, d'une manière infaillible, des substances qui tendaient, sous tous les autres rapports, à se confondre entre elles. La substance soluble de la fécule lui ayant paru dévier le rayon polarisé à droite et avec une intensité triple de celle du sucre, il lui imposa le nom de *dextrine* (970). Biot était alors sous l'influence de l'ancienne méthode de chimie. Dans la première édition du présent ouvrage, qui suivit de près l'annonce des expériences de Biot, nous lui fîmes observer (p. 552), que le moindre mélange changerait du tout au tout ces caractères, et ferait dévier à droite ce qui déviait à gauche, augmenterait ou diminuerait l'intensité de la déviation, et cela à l'infini et proportionnellement aux quantités de substances mélangées ; qu'en conséquence ce caractère ne saurait jamais servir à distinguer une substance d'une autre ; car un caractère distinctif doit rester constant, indépendamment des mélanges, et ne doit pas changer du tout au tout avec eux. Les expériences subséquentes de Biot ont amplement confirmé nos prévisions. Ainsi, l'acide tartrique donne des déviations d'autant plus distantes qu'on le mêle à des quantités croissantes d'eau et de potasse (\*). Donc les phénomènes de polarisation, qui peuvent fournir une excellente veine de recherches, ne servent encore de rien pour distinguer les substances organiques entre elles ; donc ce n'est pas par ce moyen qu'on pourrait établir une différence élémentaire, entre les diverses espèces de gomme et de sucre.

3262. Biot a trouvé que le sucre de canne dévie le plan de polarisation vers la droite, et que le sucre de canne rendu incristallisable le dévie vers la gauche ; ce qui doit être, puisque le sucre in-

cristallisable est un mélange de plusieurs substances hétérogènes. Le sucre, avant sa cristallisation, devie vers la gauche ; après sa cristallisation, si on le rejeta dans l'eau ou l'alcool, il dévie le plan de polarisation vers la droite ; ce qui doit être, puisque le raisin non cristallisé est moins pur que le sucre cristallisé. Il a vu le produit de 500 gr. traité par 120 gr. d'acide sulfurique d'eau distillée, dévier vers la droite, quand on a porté la chaleur à 90° ; de 60° la chaleur a été portée à 95° ; de 41° leur a été portée à 100°, enfin, de 25° quand on l'a soumise à l'ébullition plusieurs heures ; — que la gomme arabique traitée de la même manière, devie d'abord polarisé à 12° vers la gauche (c'est-à-dire qu'elle est encore gomme) ; et le peu de déviation à 25° vers la droite, quand la chaleur on la soumet est arrivée à 96° centigrade, c'est-à-dire quand la gomme est dépourvue de tous ses sels, et qu'elle est mêlée en sucre de raisin. — Le sucre de canne lui-même, qui, tant qu'il est liquide, dévie le plan polarisé, le détourné constamment vers la droite, une fois solidifié, alors même qu'on l'observe dans l'état liquide ; car, par la cristallisation, l'a dépouillé de la majeure partie de sa tribue à établir une différence entre le sucre de canne qui est l'espèce pure et le sucre d'amidon qui au contraire le dévie vers la gauche. — Aussitôt que la cristallisation commence à s'établir dans une solution de canne cristallisé, le plan polarisé dévie de droite à gauche ; — tandis que la cristallisation n'intervient pas le sens de déviation du sucre d'amidon et de raisin, faiblit seulement.

#### § XI. Analyse élémentaire (227) des diverses espèces de sucre.

		Carbone.	Oxygène.
3263.	Gay-Lussac. . . . .	42,47	50,65
Sucre de canne (3167). . . . .	Berzelius (**). . . . .	41,94	51,01
		42,23	51,17
		44,99	48,00
	Proust. . . . .	42,85	50,71
	Liebig. . . . .	42,30	51,55
	Pelletier . . . . .	42,15	51,50

(\*) Comptes rendus de l'Académie, 18 décembre 1837.

(\*\*) La troisième analyse de Berzelius a été obtenue en

brûlant la combinaison de sucre et d'oxyde de cuivre, qui, d'après Berzelius, représente le sucre.

e raisin (3225). . . . .	}	Saussure. . . . .	36,71	56,51	0,78
		Proust. . . . .	36,55	56,56	7,09
				Eau.	
amidon (3239). . . . .	}	Saussure. . . . .	37,29	55,87	0,84
		Proust. . . . .	36,20	56,75	7,05
				Eau.	
le miel (3332). . . . .		Proust. . . . .	36,36	56,58	7,06
le manne (3247). . . . .	}	Saussure. . . . .	38,53	54,60	7,87
		Proust. . . . .	38,70	54,50	6,80
		Henri et Plisson . . . .	44,10	49,76	6,13
		Liebig. . . . .	40,02	52,36	7,62
le lait (3257). . . . .	}	Gay-Lussac. . . . .	38,83	53,83	7,34
		Berzélius. . . . .	45,26	48,54	6,38
			40,13	53,11	6,76
		Proust. . . . .	40,01	53,36	6,63
le diabète (3249). . . . .		Proust. . . . .	40,00	53,33	6,67
le (3255). . . . .		Chevreul. . . . .	40,07	51,01	8,92

examen comparatif de ces nombres a des conséquences suivantes : 1° le sucre dans lequel on doit voir le type du genre, présenté comme étant composé d'une portion de carbone et d'une portion d'eau ; 2° la portion d'eau augmente et celle de carbone diminue dans toutes les espèces qui cristallisent ; la formule est moins compacte et plus déliquescente. Les résultats de l'analyse sont d'autant plus concordants et discordants, que le mélange cristallise avec moins de régularité, et est associé à un plus grand nombre de substances étrangères (*sucre de lait* et de *manne*) ; celui qui offre un excédant d'hydrogène appréciable, 2,56 sur 100, est précisément le *sucre de canne*, mélange de sucre et de substance.

La théorie atomistique (799) a cherché à expliquer les résultats de l'analyse, et, il faut le dire, elle est arrivée à des formules curieuses ; mais que ces transformations, si précises, se renversent de la même manière, et qu'un trait de plume suffise à les anéantir. Ce sont des combinaisons nombreuses que l'on produit en jetant des idées au vent, sauf à donner une petite impulsion aux deux, quand on n'est pas satisfait du résultat. Par exemple, nous disons dans le *Traité universitaire* de Théron, les théories de Dumas et Boullay, du sucre de canne, on pourrait donner la formule atomique du sucre =  $C^{24} H^{22}$

O<sup>11</sup> (quoique par le calcul on arrive à des nombres tout différents, mais ces nombres-là sont plus propices) ; or, ajoutent-ils, si l'on reconnaît, avec Berzélius, que le sucre cristallisé renferme un atome d'eau qui ne s'en dégage pas, même au-dessus de la chaleur de l'eau bouillante, la formule deviendra =  $C^{24} H^{20} O^{10} + H^2 O$  ; et celle du sucre anhydre =  $C^{12} H^{10} O^5$ .

Dès lors, le sucre anhydre équivaudra à du bicarbonate d'éther, ou à du bicarbonate de bicarbure d'hydrogène hydraté, ainsi que le montre, dit-on, l'équation suivante :  $C^{12} H^{10} O^5 = C^4 O^4 + C^8 H^8 + H^2 O$ .

Vous voyez comme on opère vite ; c'est presque par enchantement. Mais par malheur il se trouve que l'analyse de l'amidon donne exactement la même formule, par suite du même jeu d'esprit (803) =  $C^{12} H^{10} O^5$ . En sorte qu'on sera autorisé de conclure que la vésicule de l'amidon est un bicarbonate d'éther, et que par conséquent l'amidon ne saurait être une substance organisée, mais un sucre rebelle à la cristallisation. Mais la gomme, mais le ligneux le mieux organisé, deviendront ainsi du bicarbonate d'éther ou d'alcool, ou du bicarbonate de bicarbure d'hydrogène hydraté. Que ne trouverait-on pas de la sorte avec le sucre de raisin, de diabètes, de miel, etc. !

5266. De ces analyses comparées avec celles de l'amidon, de la gomme et du ligneux, il résulte que la différence de ces substances ne réside nullement dans les proportions de gaz, dans la composition de la molécule organique ; donc leurs différences doivent être cherchées dans les sels



combiner avec le plomb (3151), il que c'est principalement dans les sels de plomb, contre les coliques et les maladies des ouvriers sur plomb, il en retire de grands avantages, tant, à l'état presque sirupeux, ou en boisson.

Le commerce, on falsifie la cassonade de sucre de lait; il est facile de reconnaître, qui du reste ne saurait nuire en santé, ni à l'économie; on se sert de l'eau, qui dissout la cassonade et laisse le sucre presque intact (3255).

Les sucres que je considère comme des sucres sont moins que le sucre de canne : le sucre de raisin, par exemple, sucre deux fois moins que le sucre ordinaire, puisqu'il faut dix fois et demie plus d'eau et de sublimés que le sucre de canne. Le sucre véritable perd aussi de son énergie et

Le *aramel* des confiseurs n'est que le sucre à une douce chaleur; il se prend en une masse limpide, et qui ne se colore que par un commencement de décom-

Comme nous avons dit (3059) que le *sucré candi* est le sucre obtenu d'une dissolution en forme de beaux cristaux.

Le sucre vulgairement appelé *sucré* se prépare en concentrant, par l'ébullition de sucre, jusqu'à ce qu'elle soit une masse cassante et transparente, projetée dans l'eau. On la coule alors en billes; elles s'y ramollissent en s'imbibant et se divisent ensuite la substance, et on en fait des cylindres.

Le miel rentre dans la composition du *sucré*, qui n'est que de la farine de seigle et cette substance.

En France, on prépare avec les amandes de *nougat*; elles se composent de d'amandes douces ou légèrement grillées et non concassées, et de miel; on les étale en plaques d'un à deux centimètres entre deux feuilles parallèles de *pains*. Le *nougat* est blanc ou noir, selon que plus ou moins haut le degré de cuisson, dans une bassine en cuivre.

Le *hydromel* est la dissolution du miel dans

le vinaigre. L'*hydromel* est le résultat de la fermentation spontanée du miel dans l'eau.

3279. La spéculation a voulu tirer parti du sirop obtenu par la réaction du malt d'orge sur l'amidon, en imposant à cette préparation un nom capable d'en dissimuler et l'inventeur et l'origine (976). Mais, en dépit de tous les moyens employés en pareil cas dans nos sociétés scientifiques, cette préparation ne paraît avoir été profitable qu'au trafic des actions; et ce sirop n'en sera pas moins le pire de tous les sirops artificiels de sucre, parce qu'il n'en sera pas moins le plus mélangé de tous, le plus farineux et le moins susceptible de se conserver (3214).

3280. Le sucre, le suc et la racine même de réglisse s'emploient, comme un succédané du sirop de gomme, dans tous les cas d'inflammation des voies respiratoires. Ce suc, qui paraît être une émulsion (115) plutôt qu'une simple dissolution gommeuse, agit même d'une manière plus agréable et plus douce que le sirop de gomme, dans ces sortes d'indispositions.

### TROISIÈME GENRE.

#### LIQUIDE DE LA CIRCULATION VÉGÉTALE. — SÈVE.

3281. La sève est un liquide destiné à alimenter les cellules soit de développement, soit d'approvisionnement (\*), et dont le caractère essentiel est d'obéir à un mouvement circulatoire, qui en ramène sans cesse la colonne sur elle-même. Je distinguerai deux espèces de sèves, que je désignerai, l'une sous le nom de *sève cellulaire*, ou sève qui circule dans l'intérieur d'une cellule; et l'autre, sous celui de *sève vasculaire*, ou sève qui circule dans le réseau des interstices vasculaires (1103).

#### PREMIÈRE ESPÈCE.

##### Sève cellulaire (\*\*).

3282. Depuis la découverte de Corti, les physiologistes ont eu de fréquentes occasions d'être témoins de la circulation qui a lieu dans l'intérieur d'un entre-nœud de charaïgne (*Chara hispida*, L.); mais les observations qui ont suivi cette découverte n'ont rien ajouté à celles de l'auteur ita-

lien; car l'ancienne méthode d'investigation physiologique semblait n'avoir d'autre but que de voir ce que les autres avaient déjà vu, et ce genre de succès était encore assez rare, pour qu'il tint en quelque sorte lieu d'une découverte originale. J'ai consacré près de deux ans à l'étude physiologique et chimique du phénomène de cette circulation, en employant les procédés de la nouvelle méthode, et les résultats, que cette étude m'a fournis, me semblent offrir tous les caractères de simplicité qui distinguent les vérités démontrées.

§ I. Mécanisme de la circulation dans un tube de chara. (Pl. 8, fig. 3.)

3283. Soit un entre-nœud de *Chara hispida* (\*), détaché du reste de la tige par une section pratiquée en dehors des deux articulations opposées qui le terminent (f), dont on a soin de retrancher tous les rameaux verticillés (e). On enève, avec un scalpel, l'écorce qui le recouvre, par le procédé suivant : on étend l'entre-nœud sur une lame de verre plus courte que la distance des deux articulations (f), que l'on tient plongée dans une petite capsule peu profonde et pleine d'eau. On pince, avec la pointe du scalpel, chaque lamère cylindrique de l'écorce (pl. 8, fig. 3, d); sans pénétrer trop profondément, on promène la lame du scalpel d'un bout de l'entre-nœud à l'autre, et on parvient ainsi à détacher chacune d'elles du tronc. Une fois que toutes les lamères cylindriques sont enlevées, on a mis à nu un gros cylindre incrusté d'une substance blanche, fortement adhérente, dure et cassante, qui résiste à l'action du scalpel, et qui devient farineuse par la dessiccation; c'est du carbonate de chaux, qu'il faut enlever au moyen d'une lame émoussée, et en raissant le tube dans le sens de sa longueur, la lame étant tenue perpendiculaire. Le tube étant ainsi préparé, on le place, plongé dans l'eau, au foyer du microscope. On observe alors les phénomènes suivants.

3284. A travers les parois transparentes du tube, on aperçoit deux courants longitudinaux inverses l'un de l'autre (pl. 8, fig. 2, b c); ils semblent

séparés par une ligne longitudinale, sur les deux faces opposées du tube, qui distingue, par sa blancheur et sa ligne couverte verte et granuleuse qui tapisse ce tube. Chacun de ces courants est bûlé ou des grumeaux de différentes qui en devaient la marche, mais qui jamais avec ceux du courant opposé; seulement on observe, sur la ligne de (aa), de grands globes plus ou moins qui, restés au fond du liquide par le spécifique, obéissent à la résultante des forces simultanées et opposées des deux en pivotant sur eux-mêmes (\*\*).

3285. Gozzi, ayant pratiqué des un tube semblable, s'aperçut que continuant d'avoir lieu entre les pousses plus loin l'expérience, je ligatures (fig. 3, aa) à quelques millimètres des deux articulations (ff), je l'espace intermédiaire entre les articulations, et j'obtins ainsi un tube bifurcées. Or non-seulement la circulation d'avoir lieu dans le tube mutue (aa); au bout de quelques jours, les deux bûlent, les bouts du tube restent fermes par la soudure spontanée de et la circulation continua d'avoir lieu mois, du 26 juillet au 3 septembre 18

3286 Un tube artificiel ainsi préparé à compléter le spectacle de la circulation en effet que le courant b, une fois l'une des extrémités du tube, décrit le par le cul-de-sac opéré par la soudure et devient aussitôt le courant opposé.

3287. Nulle cloison ne sépare les deux ainsi qu'on s'en assure par la dissection que l'on coupe transversalement et avec un rasoir, le tube dans lequel on qu'il existe de la circulation, ce tube se compose d'un étui cartilagineux épaisses, mais hyalines et fort transparentes (fig. 1). Les parois du tube sont tapissées, et de chaque côté de la ligne (fig. 2, a, b) par une membrane verte, on distingue, à l'état de vie, et à l'état

(\*) Cette espèce, qui, par sa grosseur et la constance de ses tiges se prête très-bien à ces sortes d'observations, se trouve en grande abondance dans le ruisseau de Trivoux, à Meudon.

(\*\*) L'analogue est celui qui paraît avoir aperçu le premier dans le sein de nos chara, ces gros globules pivotant sur eux

mêmes, les anciens observateurs n'avaient point donné une explication à ces corps.

(\*\*\*) C'est à observer en peut se faire, et est facilité sur les parois pour les rameaux des aussi transparentes qu'un cristal, et ce procédé d'observation 734



éries parallèles de globules verts. Non-  
l'aide d'une pointe, on peut détacher  
ane (b, fig. 1) par lambeaux; mais en-  
introduisant la pointe dans le tube,  
vaincu que cette membrane est adhé-  
rois du tube extérieur; et nulle cloison  
que à l'intérieur.

phénomène, dont nous trouverons plus  
tion, a lieu dans cette expérience; on  
avec rapidité de l'intérieur du tube, un  
sible à l'eau, mais qui n'obéit à aucune  
on avait eu l'occasion d'observer, quand  
il intègre. Cependant, les causes qui  
à l'existence des deux courants oppo-  
continuent à exercer leur influence; on  
ers le tube lui-même, des masses coa-  
er contre la paroi (cc, fig. 1), en se  
à côté de l'ouverture (g), d'où elles  
ées au dehors, sous forme d'une masse  
globuleuse et blanchâtre, qui acquiert  
tance à chaque instant (a) (\*). Sur la  
sée du tube, on voit d'autres masses  
se diriger en glissant vers l'intérieur du  
expérience prouve évidemment que les  
tube sont les agents de la circula-

as un tube intègre (3283) la moindre  
continuité de la membrane verte suffit  
er la circulation; et si elle continue  
quelques instants, on voit que le fluide  
ourne tout l'espace privé de matière  
ue le plus souvent rien ne passe par  
blanche. L'intégrité de la membrane  
long d'une indispensable nécessité à  
de la circulation. Aussi, dès qu'on a  
le moindre coude à un tube, on est  
arrêté la circulation dans son inté-

rès avoir enlevé tout le carbonate cal-  
) qui recouvre le tube de *Chara*, si on  
ngé dans l'eau commune, on ne tarde  
ir se couvrir peu à peu d'une incrus-  
talline, dans laquelle se montrent des  
s de chaux carbonatée, qui, en s'accu-  
paraissent par réfraction, au micro-  
me de grandes taches noires, et par  
à l'œil nu, comme des cristallisations  
et blanches. Il ne faudrait pas croire  
istallisations soient isolées et libres à  
lu tube; si l'on observe au microscope

regulation ne m'a pas paru avoir lieu, au moins  
aussi intense, lorsque je faisais l'expérience dans

les fragments que l'on obtient en ratissant le  
tube; on découvre que chacun de ces cristaux est  
emprisonné dans des interstices cellulaires d'une  
membrane, qui ne paraît être que l'épiderme du  
tube décortiqué (3285).

3291. Si l'on plonge, au contraire, dans l'eau  
distillée, le tube décortiqué et dépouillé de son  
carbonate cristallisé, la nouvelle incrustation n'a  
plus lieu. Je ne saurais assurer que la circulation  
dure longtemps dans cette eau pure de sels; j'y ai  
pourtant conservé des tubes à articulations ar-  
tificielles (3285), depuis le 13 jusqu'au 22 août  
1827; aucune incrustation ne se montrait sur leur  
surface.

3292. Dans l'eau saturée de sulfate de potasse,  
l'incrustation ne m'a pas paru se produire ou  
augmenter pendant l'espace de 4 jours. Dans une  
solution de sel marin ordinaire, la circulation a  
duré tout au plus 2 heures. Dans une solution de  
nitrate de potasse, des tubes avec leur incrusta-  
tion et à articulations factices (3285) se sont con-  
servés 9 jours, et je crois être en droit d'attribuer  
leur mort à des accidents mécaniques. Mais pen-  
dant ce court espace de temps l'incrustation  
s'était beaucoup éclaircie, par l'effet de la double  
décomposition.

3293. Toutes ces expériences, surtout celle de  
l'alinéa 3291, prouvent que l'incrustation de car-  
bonate calcaire est moins l'effet d'une EXSUDATION  
que celui d'UNE VÉRITABLE INCRUSTATION PROVE-  
NANT DU LIQUIDE AMBIANT.

3294. Si l'on place, au foyer du microscope,  
un tube décortiqué (3285) et dépouillé de son  
incrustation, mais humecté par une faible goutte  
d'eau, on remarque qu'à mesure que l'eau s'évapore  
le mouvement intérieur se ralentit; mais, si, à  
l'instant où il est sur le point de s'arrêter entière-  
ment, on dépose de nouveau une goutte d'eau sur  
un point quelconque de ce tube, on voit subite-  
ment la portion du liquide intérieur correspon-  
dant à ce point humecté, s'ébranler pour se re-  
mettre en mouvement; et si alors, à l'aide d'une  
pointe, on promène la goutte d'eau sur le reste  
du tube, la circulation se rétablit avec toute sa  
régularité.

3295. Si l'on plonge chaque extrémité du tube  
décortiqué dans l'eau, et qu'on laisse exposée à  
l'air la portion intermédiaire, celle-ci ne manque  
pas de se contourner et de se dessécher, en s'apla-  
tissant. Si le tube n'avait pas été décortiqué, cet  
effet n'aurait pas lieu. L'explication de cette ano-  
malie se présente facilement, quand on pense que  
l'écorce de ces tubes se compose de tubes longitudi-

naux, dont les interstices et la capacité peuvent, par l'effet de la capillarité, porter l'eau sur toute la surface du tube qu'elle recouvre. Celui-ci, au contraire (pl. 8, fig. 5, aa), n'offrant ni cellules ni cylindres, et se trouvant formé tout simplement d'une couche épaisse et homogène, qu'on peut assimiler en quelque sorte à une membrane simple (1549), il s'ensuit que sa substance absorbe les liquides, par imbibition, dans le sens de son épaisseur et non dans celui de sa longueur. En d'autres termes le tube de *Chara* est à lui seul une grande cellule (2103).

3296. La cause qui fait contourner le tube desséché réside uniquement dans le retrait de la substance qu'il renferme : car si l'on coupe transversalement un tube décorqué dans l'eau, et qu'on l'y vide en l'exprimant entre deux doigts, le tube reprend aussitôt, et il conserve, en se desséchant, sa forme cylindrique.

3297. Une goutte d'alcool, d'ammoniaque liquide, d'alcali caustique, ou d'acide, soit végétal, soit minéral, déposée sur la surface externe d'un tube décorqué, arrête subitement la circulation.

3298. DONC LES PAROIS DU TUBE JOUISSENT DE LA PROPRIÉTÉ D'ABSORBER ET D'EXHALER PROMPTEMENT DES LIQUIDES QUI LES HUMECTENT. Arrivons maintenant au mécanisme de la circulation du liquide contenu dans le tube.

3299. Le phénomène des deux courants inverses et ne se mêlant jamais entre eux avait paru si extraordinaire aux physiologistes, que la plupart, dans le but de diminuer l'anomalie, s'étaient crus autorisés à admettre l'existence d'une cloison entre les deux courants.

Quant à moi, dans mes expériences, je ne m'étais pas empressé d'expliquer les faits observés; persuadé que l'explication résulterait d'une série d'observations coordonnées d'une manière philosophique, je me contentais d'analyser et de décrire, lorsqu'un jour, faisant chauffer à la lampe un tube de verre plein d'alcool et dans lequel étaient suspendus des globules gras, je fus frappé de l'analogie qui semblait exister entre les mouvements que la chaleur déterminait dans l'alcool, et la circulation que j'avais tant de fois observée dans un tube de *Chara*. Je voyais en effet les globules gras monter du fond de mon tube, en glissant contre une moitié des parois, et une fois arrivés à la surface du liquide, je les voyais redescendre, en glissant contre la paroi opposée, pour arriver une seconde fois dans le fond, et remonter encore, et ainsi de suite indéfiniment; ce qui offrait à l'œil deux

courants inverses et séparés par une démarcation constante. Cette expérience, répétée, avec plus de facilité encore d'un tube rempli d'alcool, dans le fond duquel on aura déposé de la sciure de liège, seule de la main suffira pour y produire le phénomène de circulation; aussi long désirera l'observer. Si l'on rétablit un seul instant sur les circonstances, on ne manquera pas de saisir l'effet le plus simple et le plus ordinaire des phénomènes hydrauliques; car dès que la chaleur dilate des molécules de liquide, celles-ci montent; et comme elles éprouvent de la part de la colonne verticale, une résistance résultante, et se dirigent vers une des parois, le long jusqu'à la surface du liquide. par les molécules suivantes, et deviennent moins légères par le refroidissement, descendent, en longeant l'autre paroi, se réchauffent, se dilatent encore et remontent une seconde fois. Les particules de liège ne sont destinées, dans cette expérience, qu'à marquer la marche des courants, et les molécules liquides dont la direction est horizontale, échappent aux regards. Si, pour représenter encore la circulation de quelque autre liquide, que le tube soit placé verticalement ou horizontalement, on n'a qu'un tube de verre à angle droit, à rempli d'alcool tenant en suspension des particules; il ne sera plus besoin que d'un peu plus de chaleur, pour que les particules puissent vaincre la résistance des parois, contre lesquelles elles aident à se mouvoir horizontalement; mais le phénomène est le même (\*).

3300. En conséquence, lorsqu'un courant a donné une impulsion à un liquide contenu dans un tube fermé par les parois, il se produit nécessairement un double mouvement ou plutôt un seul courant qui revient sur lui-même, sans mêler les deux courants, en conservant une ligne de démarcation constante.

3301. Or, dans les *Chara*, ce mouvement est dû à la chaleur qui est ce mobile, puisque ces tubes étant également plongés dans le même liquide, les uns ne peuvent être plus échauffés que les autres. Plongez en effet dans la même

(\*) *Annal. des sciences d'histoire naturelle*, 1830.

lindre de *chara*, un tube de verre fermé aux bouts et rempli d'alcool imprégné de sciure de liège; l'alcool restera immobile que la circulation se montrera énergique de *chara*. Sans doute la circulation d'énergie avec la température, de même autre phénomène de vitalité; mais il serait à soutenir, dans cette circonstance, que l'ion du *chara* dépend uniquement de la chaleur sur le liquide.

Car nous avons vu que les parois des tubes de *Chara* aspirent rapidement les liquides mouillent (3294, 3297); ces mêmes tubes tirent le liquide qu'elles recèlent avec une rapidité (3294, 3295); ce qui doit être que partout où il y a aspiration, imbibition continue, il doit nécessairement rester une expiration, une transsudation, le reste restant invariable. Or ce double phénomène d'aspiration et d'expiration ne saurait, sans que le liquide contenu reçoive une action capable de produire des courants, et la circulation que nous venons de décrire n'exister.

Qu'on introduise, en effet, dans la chambre d'un grand tube de verre, deux tubes effilés et se dirigeant au dehors en sens inverse l'un de l'autre; que l'extrémité de l'un plonge dans un réservoir d'eau, et que, par l'extrémité de l'autre, l'observateur aspire fortement l'eau du tube; aussitôt on verra s'établir, dans le grand tube, deux courants opposés, l'un dirigeant l'un du tube qui aboutit au réservoir vers le fond du grand tube, et l'autre, dirigeant l'autre du tube vers le côté du tube aspirant; les corpuscules suspendus dans l'eau, ne peuvent pas s'introduire par l'extrémité trop étroite du tube aspirant, seront chassés par les courants qui les suivent, pour aller compléter la circulation.

Mais qu'est-ce que la force produite par les parois, en comparaison de ces milliers de courants visibles du tube des *Chara*, tous destinés à l'aspiration et à l'expulsion des molécules liquides; doivent concourir et qui ont concouru à la circulation? Aussi voit-on que les tubes organisés, que charrie le liquide circule dans l'intérieur du tube de *Chara*, glissent très fortement à ses parois vertes; qu'elles ne changent jamais de leur direction primitive qu'alors même que le tube a été ouvert sur toute sa longueur, les molécules organisées sont encore amenées au dehors par

l'action de ces parois mêmes, à peu près comme une chaîne sans fin, qui serait mise en mouvement autour de deux poulies opposées.

3305. Le mobile de la circulation résidant dans l'aspiration et dans l'expiration des parois; d'un autre côté, la ligne médiane blanche (pl. 8, fig. 2, a) ne présentant jamais les traces du moindre courant, et restant au contraire invariablement la ligne de démarcation des deux courants opposés, il est évident que la propriété d'aspiration et d'expiration est inhérente à l'agglutination de la couche verte contre la paroi interne du tube diaphane (3296). Aussi la moindre solution de continuité dans cette couche arrête-t-elle subitement la circulation.

3306. En nous occupant des *tissus respiratoires* des animaux (1926), nous avons étudié les mouvements que ces tissus sont capables d'imprimer au liquide ambiant; ici nous venons de constater le mécanisme des mouvements que le *tissu respiratoire* des végétaux imprime au liquide contenu dans la capacité de l'organe. La question n'a pas changé de face, mais seulement de terrain, et dans les deux règnes le phénomène est identique; la cause mécanique en est dans l'aspiration et dans l'expiration des tissus; l'effet mécanique en est dans les mouvements du liquide aspiré et expiré; la loi première du phénomène est une de celles qui échappent à l'observation.

3307. Cette propriété d'aspirer et d'expirer les liquides, nous avons déjà eu occasion de la reconnaître, parmi les substances végétales, à l'huile déposée dans l'acide sulfurique (3164), au grain de pollen déposé sur une goutte d'eau (1418); et ce dernier organe aspire si fortement l'eau, qu'un remous énergique se manifeste autour de lui et fait tourbillonner le liquide ambiant.

## § II. Analyse microscopique du suc qui circule dans les tubes de *chara*.

3308. Un tube de *Chara hispida* (3285) ne renferme qu'une goutte de liquide; je doute que les chimistes eussent assez compté sur leur patience, pour entreprendre l'analyse de cette substance par les procédés en grand. Mais ce qui paraîtra certain aux personnes qui, ne se contentant pas de lire ce qui va suivre, essayeront de vérifier par elles-mêmes la nature des résultats, c'est que jamais les procédés en grand n'auraient fourni des résultats aussi précis et aussi simples que ceux auxquels on

amené les procédés compliqués, dont une prévision de chaque instant m'a fait suivre pendant deux ans tous les détours.

5309. Toutes les fois que j'ai voulu examiner chimiquement le suc contenu dans un tube de *Chara*, j'ai eu soin de dépouiller entièrement celui-ci de son incrustation calcaire, de le laver ensuite à l'eau distillée, de le couper avec des ciseaux nettoyés, et d'en répandre le suc sur une lame de verre passée à l'eau distillée et essuyée avec un linge blanc en pressant le tube entre les doigts. Ce dernier procédé force un assez grand nombre de lambeaux de la membrane verte de sortir du tube avec le suc proprement dit ; mais il est facile de tenir compte des modifications que sa présence est dans le cas d'apporter aux résultats.

5310. Le suc d'un *Chara* plein de vie et de mouvement rougit toujours le tournesol d'une manière assez intense. Je crois avoir trouvé tout au plus deux exceptions sur des centaines de tubes, qui ont été sacrifiés à cette seule expérience, depuis le premier printemps jusqu'en automne.

5311. L'ébullition la plus prolongée ne semble pas diminuer l'intensité de cette acidité. La fumée de l'incinération du produit réuni d'une vingtaine de tubes, bien loin de ramener au bleu un papier rougi par les acides, rougissait au contraire un papier bleu. Les personnes qui attachent une grande importance à ces réactions, quant à la détermination du règne organique auquel on cherche à assigner une substance, décideraient, sur ce seul fait, que le suc de *Chara* ne renferme pas de substances animales ou azotées.

5312. Abandonné à lui-même, ce suc ne manque jamais d'acquiescer une odeur marécageuse, bien plus prononcée encore que celle qu'il exhalait au sortir du tube ; il se couvre d'infusoires ou d'une immense quantité de petits globules hyalins, qui, par leur rapprochement, ne semblent plus faire qu'une seule masse, et dont le diamètre, évalué approximativement, ne m'a pas paru dépasser  $\frac{1}{400}$  de millimètre. Le suc a perdu alors son acidité.

5313. Pour essayer ce suc par les réactifs dans un verre de montre, il faut en avoir obtenu une certaine quantité, l'étendre d'eau distillée (car l'aspect en est toujours louche). Voici ce qu'on observe (75) :

5314. L'oxalate d'ammoniaque ne produit aucun louche dans le liquide ; le prussiate de potasse, même à l'aide d'un acide, ne le bleuit pas ; l'infusion de noix de galle ne manifeste pas la couleur

verte, par laquelle ce réactif dénote du carbonate de soude. L'ammoniaque et la potasse caustique n'en précipitent les acides étendus n'y produisent pas l'effervescence ; la réaction du muriate est trompeuse sur d'aussi petits volumes, cependant on peut voir, avec un peu de patience, qu'il précipite, mais faiblement. Ce suc ne ferme donc ni fer, ni carbonate de soude, ni base, ni chaux libre ou combinée, ni magnésie.

5315. Le nitrate d'argent, au contact, donne un précipité floconneux blanc qui devient violâtre au contact de l'air ; il renferme donc en abondance des hyalins. Le liquide filtré passe transparent, mais lorsque il épaissit par l'ébullition prolongée (1535). Ce liquide renferme de la silice.

5316. Je laissai précipiter, pendant 24 heures, les flocons que le suc extrait d'un tube m'offrait en suspension ; le liquide, je lavai plusieurs fois à l'eau distillée, en attendant, pour decanter, que le précipité se fût un peu tassé ; j'ajoutai alors le résidu dans une cuiller de porcelaine, et le lavai à l'esprit-de-vin. Toute la silice se dissout par noircir ; et, à la longue, contre les parois de la cuiller, une couche blanche, d'un gris un peu bleuâtre, mêmes reticulations que l'albumine, se forme à l'incinération. L'eau distillée, avec les cendres, n'agissait, en aucune manière, les papiers réactifs. Un acide végétal produit une petite effervescence, mais jamais à tout dissoudre. Au chalumeau, ces scintillations éblouissantes que présente le carbonate de chaux, à l'instant où il se décompose. Ce qui reste, après le lavage à l'eau, ne fond pas, ne varie pas au feu ordinaire, il ne se délite pas dans l'eau, mais se déliquescence ; dissous dans l'acide oxalique, l'oxalate d'ammoniaque en précipite la chaux ; c'est enfin du carbonate de chaux. Eclairons maintenant ces résultats, par les investigations microscopiques.

5317. Le suc d'un tube de *Chara*, sur une lame de verre, offre, outre les lambeaux de membrane verte (5287) (pl. 8, fig. 1), une quantité considérable de globules bleus, moins libres, plus ou moins agglomérés, les tremblotants que la figure 18 représente par réflexion, et la fig. 20 vus par

ent pas en une masse continue, comme les tubes se vident dans l'eau (fig. 1, *a*). Les globes sont ceux qu'on observait, à parois, tournant sur leur axe (3284). Ils sont ceux qui étaient charriés par l'eau et qui, en passant sous la membrane, ont paru verts aux observateurs montés et ont été décrits comme tels.

L'alcool concentré coagule les petits globes, les rend plus opaques et ne plus laiteux (1496); l'acide nitrique (fig. 1, *f*) (1532); l'acide hydrochlorique finit par leur imprimer une couleur violette, puis bleue, et les dissout, et en excès (fig. 1, *e*) (1534); l'acide seul leur communique la couleur purpurine; ce réactif communique à un mélange d'albumine (fig. 1, *d*) (3168); l'ammoniaque les dissout à l'état frais, et à l'état de dessiccation; il en est de même de l'acide acétique; la chaleur en rapproche les globes et en altère la forme en les coagulant; les grands et ces petits globes sont donc précipités du liquide circulant qui les tient en suspension.

En laissant évaporer maintenant le liquide sur une lame de verre, de nouveaux phénomènes se présentent à l'observation (\*). Le liquide présente çà et là, outre les grumeaux, quatre sortes de cristallisation que nous renvoyons cette étude à la 2<sup>e</sup> partie du système; il nous suffira ici de savoir que la cristallisation (*a*) est du chlorure de soude (sel marin); les cristallisations (*b*), de tartrate de potasse; et les lames elliptiques cristallines de tartrate de potasse du mélange d'acide acétique et d'albumine; le tartrate de potasse dissous dans l'eau distillée, comme on le voit fig. 13. Je remarque que ce mélange d'acide acétique, d'albumine et de tartrate de potasse, correspond au lactate de potasse que Berzélius a trouvé tout dans le sang.

Le suc de la circulation de *Chara* renferme de l'albumine dissoute par l'acide acétique, de l'albumine indissoute ou plutôt

précipitée peu à peu de sa dissolution, du sucre; des hydrochlorates d'ammoniaque, de soude, de potasse; du tartrate de potasse en dissolution. L'acide acétique, en se dégageant, quand on soumet le liquide à l'action de la chaleur, masque le dégagement de l'ammoniaque (1254). D'un autre côté, quand on étend le liquide d'eau, l'acide perdant alors de sa force, abandonne une grande partie de l'albumine (1268), et le suc semble se coaguler spontanément, comme par l'action de la chaleur (1496). Enfin, cet acide et l'albumine s'opposent à la cristallisation régulière du tartrate de potasse, et le rendent déliquescent.

3321. La membrane verte (3287) renferme la résine que les chimistes ont désignée sous le nom de *Chlorophylle* (1098).

3322. J'aurais cru laisser incomplète l'analyse du suc de *Chara*, si je n'avais pas cherché à analyser la substance du tube lui-même. J'ai exprimé, dans l'eau distillée, un assez grand nombre de tubes, pour les dépouiller de toute la matière verte qu'ils recélaient. Je les ai laissés séjourner quelque temps dans l'acide hydrochlorique très-étendu, afin d'enlever tous les sels insolubles dont ils auraient pu être incrustés. Je les ai lavés de nouveau à l'eau distillée, et je les ai laissés sécher. Brûlés dans une cuiller de platine, leur fumée ramène au bleu un papier rougi par un acide. Incinérés près de la flamme blanche d'une chandelle, leurs cendres offrent les scintillations éblouissantes du calcaire, qui devient alcalin. Ces cendres, insolubles dans l'eau, faisaient une vive effervescence avec les acides quelconques, et elles s'y dissolvaient presque entièrement. Les réactifs n'y indiquaient enfin que le carbonate de chaux. Je déposai un certain nombre de tubes bien préparés dans l'acide sulfurique concentré; ils s'y sont dissous presque entièrement; sans attendre que l'acide vint à charbonner la substance organique, j'étendis doucement d'eau le mélange, et je saturai ensuite l'acide par la craie; je filtrai et fis évaporer le liquide, en ayant soin de filtrer de nouveau, toutes les fois que l'élévation de température précipitait le sulfate de chaux tenu en dissolution. Par l'évaporation complète, j'obtins une couche gommeuse, soluble dans l'eau, et précipitée par l'alcool.

\* On demande, dans ces sortes d'expériences, de bien examiner au microscope les impuretés de la lame de verre, quelquefois des compartiments anguleux qui simu-

lent des cristallisations, surtout lorsqu'elles ont été passées au feu d'une manière un peu brusque. Les verres de montre offrent beaucoup de ces sortes de défauts, sources de plus d'une illusion.



3323. Si l'on n'avait à sa disposition qu'une faible quantité de cendres à reconnaître, on pourrait se servir avantageusement de l'acide carbonique, qui précipite la chaux à un état cristallin, dont les formes sont susceptibles d'une détermination exacte.

### § III. Application physiologique.

3324. L'organisation du tube de *Chara*, dépouillée de son incrustation calcaire, ne diffère aucunement de celle de toute autre cellule végétale, tapissée à l'intérieur d'une membrane verte (3103), que cette cellule soit sphérique ou allongée, et pseudo-vasculaire (3101). Il est donc évident que le liquide que celles-ci renferment doit circuler de la même manière que le liquide du *Chara*, par suite de l'aspiration et de l'expiration de leurs parois (3298). Il faut en dire autant de tous les entre-nœuds des conserves, celles-ci, malgré leur transparence, possèdent une incrustation calcaire qui achève de compléter leur analogie avec le tube interne des *Chara*.

3325. Dans le *Nouveau système de physiologie végétale*, paru en décembre 1836, nous avons signalé, § 1406, la cellule arthémétique de *Chara* (3285) comme le meilleur toxicomètre végétal. Car tout végétal réduit à sa plus simple expression se resumant dans une cellule douée de vitalité, il est évident qu'une substance devra agir proportionnellement à sa masse sur le végétal tout entier, de la même manière qu'elle aura agi sur la cellule isolée; or, comme la cellule de *Chara* est de minime dimension, et qu'elle peut être mise en état en quelques minutes, on aura le moyen de constater en quelques instants les propriétés vénéneuses d'une substance; ce qui, en opérant sur le végétal entier, exigerait des journées entières, des masses considérables de la substance d'essai, sans compter que l'expérience serait exposée à une foule de contre-temps et de complications capables de jeter l'esprit dans des interprétations tout à fait erronées du phénomène. A la page 351 du même ouvrage, nous désignons la même cellule, comme un des organes les plus propres à déterminer le genre d'influence qu'exerce l'électricité sur la vitalité végétale, influence qu'on a depuis longtemps si vainement cherché à constater, en opérant sur des végétaux d'une grande dimension. Becquerel a tenté d'exploiter cette idée dans un travail lu, le 4 décembre 1837, à l'Académie des sciences, en commun avec Dutrochet, qui, tout en changeant d'idée, s'est con-

tenté, pour son compte, de copier à ses premiers essais. Quant aux applications traitées à la circulation du *Chara*, elles ont amené Becquerel à des résultats que l'on ne peut prévoir d'avance, et si nous les mentionnons, c'est seulement pour compléter l'historique que l'Académie fait, à chacune de ses séances, dans la voie de la nouvelle méthode, a l'honneur de n'être nullement académique ne faut pas trop en vouloir à ces messieurs, car ils ont la source à laquelle ils puisent leurs idées; il est des citations qui ne peuvent être évitées, et il est des positions que l'on ne peut pas perdre, si l'on se montrait trop fier de son savoir. Nos livres sont à l'index du pouvoir qu'ils ont, mais les conditions de l'index ne nous permettent pas qu'à en défendre la lecture, et ces messieurs ont l'honneur de profiter largement de la science et de la tolérance. Nous n'avons rien à dire, nous démentiront pas à cet égard; plus assidus qu'eux. Qu'ils en acceptent l'expression de toute notre reconnaissance.

### § IV. Aménités académiques.

3326. Nous n'avons presque pas eu de mot à la rédaction de la séve cellulaire, qu'elle a été reproduite dans la préface de cet ouvrage, afin que nos lecteurs puissent en tirer les éléments nécessaires, pour juger de la valeur des idées de nos illustres savants, à l'égard de s'occuper du même sujet, lectures hebdomadaires. Nous nous bornons à cet égard quelques observations relatives au fait matériel.

L'apparition de nos premières publications, et surtout la nouveauté des résultats qui s'y trouvaient consignés, ont inspiré un vif intérêt à un vieillard, habitant alors à la démonstration des courants, et surtout à celles dont on a le témoignage qu'à la faveur des verres grossissants, modeste et sans titres connus, la nature des savants titrés; car c'est moins que passait chaque mois l'air, faisant vivre un assez grand nombre de savants, et par caractère, et rusé par nécessité, flatteur; réservé sans dissimulation, et d'une complaisance dans la démonstration, allant jusqu'à la passion de démontrer, se multipliant, afin de donner la parole dans son cabinet, et de pour-

lle, au moyen du microscope solaire, e la farine, les *infusoires*, les *pattes*, les *yeux des insectes*, etc., pour de messieurs les observateurs acalont l'unique micrographe que l'Acadât alors dans son sein, n'avait vu microscope que des tranches de bois. n'apercevaient, dans tous ces soins, ligable complaisance, qu'une coquet-onstrateur ; ils se trompaient ; c'était artile un calcul d'honnête homme en elle avec les exigences de sa position. outenir l'attention par la variété du maintenant, sans l'imposer, un ri- nce ; et chaque soir, *au rapport*, il, sans mentir et sans crainte d'être nti : « J'ai reçu beaucoup de monde entendu. » J'aurai toujours présent à ession de contentement que prenait squ'il s'écriait en me serrant la main, rit : « A chaque nouveau préfet que ne, je n'ai jamais manqué de rappeler *Par la nature de mes fonctions, je é que de connaître deux couleurs, la blanche : la monnaie d'or et la argent.* » On ne pouvait pas me faire, avec un sentiment plus exquis des, combien il désirait me voir accepter ui, pour moi, ne pouvait avoir ni re de ces deux couleurs, mais qui sem- à moi en respectant les miennes, esquelles j'ai pris naissance, et dans m'envelopperai en mourant. s invitations devinrent plus pressan- visites dans mon galetas plus fré- aque mémoire dont je lui adressais e imprimée me valait une missive ce, d'intérêt et d'encouragements ; j'en elques-unes, dans lesquelles son âme pandre tout entière, et c'était l'âme marchant sous un autre drapeau que

les candidats et membres de l'Acadélèrent pas à venir prendre, chez ce téressé, des leçons, sur l'art d'obser-oscope, les nouveautés que nous pla- ment alors sous l'égide de la publi-adaire de l'Académie des sciences. gayait le plus, à son insu, par ses ions, était son secrétaire général lui- bre alors de la plus savante académie

*si de chimie microscopique, note de la page 3,*

du monde, et physiologiste très en renom (\*). Mais dès que l'un de ces messieurs savait bien sa leçon, il n'avait rien de plus pressé que d'aller en faire le sujet d'un petit bout de note à l'un des lundis de l'Institut ; et dans tous ces bouts de note, le maître n'était nullement mentionné ; ce dont au reste ce vieillard bien avisé paraissait se sou- cier fort peu.

Feu Lebaillif n'était pas un des esprits qui cherchent à approfondir ; il ne s'appliquait qu'à bien faire voir ce qu'il avait vu, et il perdait beau- coup de temps à cette complaisance. Il a introduit dans la science quelques faits positifs, mais tous d'une portée fort peu étendue ; il avait une espèce d'horreur pour l'induction et l'analogie ; crainte de se tromper, et par suite de la propension de son esprit, il donnait beaucoup trop de temps à retourner, sous des points de vue de peu d'im- portance, le petit sujet qui l'amusait.

A l'époque où nous l'avons connu, il se mit à observer et à faire voir la circulation dans le tube de *chara* ; nous le déterminâmes à nous donner une note de ses observations, que nous insérâmes textuellement dans le *Bulletin des sciences naturelles et de géologie* (\*\*), dont nous étions alors un des rédacteurs en chef. Cette note, rédi- gée minutieusement, renfermait cependant un fait nouveau, et sur lequel il était bon de fixer l'attention des savants. Lebaillif, en effet, avait remarqué le premier les gros globes qui ne sont pas entraînés par le courant (3284), mais qui pivotent sur eux-mêmes au fond du tube. Quant à l'explication du phénomène de la circulation, l'au- teur embarrassé tâchait de l'expliquer par la phrase suivante : « Les spirales ou ligaments inclinés se prononcent comme des chanterelles d'une finesse extrême, qui concourent peut-être, par leur proé- minence, à canaliser dans l'intérieur la marche des deux courants. » L'auteur désignait, par ces ligaments et ces chanterelles, les séries globu- laires qui tapissent la matière verte, et que l'on voit se dessiner à travers la membrane externe du tube du *chara*, sur notre fig. 2, pl. 8. Et pour rendre mieux encore sa pensée, il avait construit un appareil composé de deux tubes de verre fermés à la lampe par un bout, et d'un diamètre différent. Il entourait le moindre d'une double spirale de ficelles d'un calibre tel, que le tube pouvait alors entrer à frottement dans le plus grand. Chaque ficelle formait ainsi la cloison d'un petit canal, qui n'avait aucune communication

(\*\*) Tome XII, n° 251. Novembre 1827.

avec le canal contigu. Il remplissait d'eau l'un de ces canaux, et de vin l'autre; il offrait par là aux regards académiques la réalisation de deux courants contigus inverses et qui ne se mêlaient pas; l'instrument-formule ne manquait jamais d'être posé auprès du microscope, dès le commencement de la démonstration de la circulation du *chara*, et la leçon finissait toujours par un trait de comédie, par une petite farce, qu'accompagnait inmanquablement la phrase suivante: « Vous le voyez, messieurs, d'un côté l'eau s'écoule, et du côté opposé on voit le vin. » Ce qui égayait beaucoup la savante assemblée.

Un jour que j'assistais à la représentation, en compagnie de Saigey et de Legrand, professeur de physique à Nancy: « Pardon, lui dis-je, notre maître, j'ai trouvé du phénomène une explication moins savante, mais plus naturelle; permettez-moi de vous la soumettre; l'expérience a été répétée sous les yeux de la Société philomathique dans sa dernière séance. Prenez un tube rempli d'eau pure, dans laquelle vous aurez jeté quelque peu de saure de bois, ou bien rempli d'alcool et renfermant un peu de granules de graisse de mouton. Approchez-en le fond de la chandelle: dès les premières impressions de la chaleur, il se manifestera deux courants, l'un ascendant et l'autre descendant, tous les deux parallèles, séparés irrévocablement par une ligne de démarcation imaginaire, et ne se confondant jamais entre eux tant que l'on continuera à chauffer. » Il se trouvait précisément pendu à la muraille un de ces instruments en verre, destinés à mesurer l'intensité de la chaleur dégagée par les mains, un tube de verre fermé hermétiquement et rempli d'alcool dans lequel nagent quelques parcelles de poussière insoluble; on ne pouvait pas avoir sous la main un instrument capable de montrer plus promptement le phénomène. « Je conçois, dit le vieillard, en observant le tube, je conçois; pardieu! c'était bien simple. » Et sur-le-champ, il désembotta ses tubes primitifs, enleva ses spirales de ficelle, et ne plaça plus désormais sur la table de la démonstration que le tube calorimètre.

C'était le 1<sup>er</sup> septembre 1828 environ. Notre note avait été lue le 28 août à la Société philomathique en présence de Larrey, Becquerel, Busay, Villermé, etc., entre les mains de qui l'appareil de la démonstration avait circulé. La plupart de ces messieurs se rendaient fréquemment chez Lebaillif, et en connaissaient tous les appareils. Deux ou trois semaines après, je transmis la note et l'appareil à l'Académie des sciences, dans le

sein de laquelle se trouvaient de nos jours de Lebaillif; l'appareil circula de Dutrochet était présent (je n'ose pas devenir important) dans une soirée. Cuvier, ce candidat d'alors l'hôte de l'expérience, au milieu d'un groupe de collègues oculistes fort puissants alors dans la science, se mit à lire le *Globe* inséra textuellement la note transmise à l'Académie. Je la reproduis dans le *Repertoire général* de la Société, n<sup>o</sup> 1<sup>er</sup>, 1829. Or nous étions arrivés à l'époque, où l'on faisait justice assez hautement de l'academisme, que l'on ne se gênait pas à fier par le mot propre. Le pouvoir de se venger. Le fut Dutrochet qui mission à sa manière; et, le 18 janvier vint lire à l'Institut un petit bout de circulation de *chara*, bout de note en lui-même, mais dans lequel il dépeint petit appareil et notre explication; grand étonnement (notre étonnement grand aujourd'hui), il fit passer tout sous le nom de Lebaillif. Nous qui craignons, et qui ne sentons dans notre aucun motif de rougir, nous adressâmes une réclamation appuyée sur pièces et sur textes; nous soumissions ainsi la cause de l'opinion publique. Là, personne ne le candidat Dutrochet garda le silence; la réponse se trouva dans les *Annales de chimie et de physique* (nov. 1829, paru en février, p. 276), journal éminemment protecteur de toutes les administrations occultes.

Lebaillif s'y plaignait d'avoir été l'auteur de l'explication de la circulation; il rapportait le mérite à Ruinfort et à non pas que ceux-ci aient jamais vu seule fois de leur vie un tube de circulation; disait-il, parce qu'ils avaient vu qu'il déterminait, dans les liquides, des courants, ascendants et descendants. Puis il cherchait à esquiver par un trait d'esprit qui repugnait à sa conscience: forcé de vérité et l'amitié, il tâchait de s'en faire une restriction mentale. La police d'alors lui imposa une nouvelle tâche; et à ces lieux, qui jusque-là s'estimaient si bien connaître, en fait de couleurs que le jaune, fut condamné à en connaître que l'on n'ose pas avouer. Contre de

avait qu'une seule ressource, c'était *rites sur table*. Nous le fîmes dans les *sciences d'observation*, tom. III, 1830. Nous opposâmes à la citation de lle de toutes les ménagères, qui ont vu sur détermine des courants dans le pot près avoir fait justice de ce stratagème, les témoins, les dates, les lettres de Lebaillif; personne n'osa plus la sommation de soumettre les pièces des juges; le public jugea; et pour rentrâmes plus profondément que notre solitude, en face de la pauvreté, de l'espérance qui soutient, du ement qui ne trahit jamais, et de la qui console de toute espèce de perfidie on.

irions pas touché, dans cet ouvrage, ale sujet sur une question d'une aussi rtance; mais nos hommes académi- hangent d'idées en lisant nos travaux, trois mois toute la collection des mé- ls publient depuis vingt années, ne is de tactique; nous ne changerons fouet à leur égard; et tout en rele- erreurs scientifiques, ce qui est déjà ude tâche pour nous, nous ne man- ais de relever du même trait de plume inations; nous ferons de la morale et ce en même temps; car ces deux r nous, n'en sont qu'une.

#### *rses espèces de sèves cellulaires.*

peut distinguer les espèces de *sèves* (3282), d'après les substances organi- organisantes qui y dominent : *sève sève sucrée, sève glutineuse ou e oléagineuse, sève résineuse, sève ineuse, sève oléagino-glutineuse*. us arrêterons pas ici sur les *sèves et sucrées*; nous ne ferions que ue nous avons dit sur le sucre (3201) nme (3099).

**E GLUTINEUSE OU LAITEUSE. — LAIT** On obtient ce suc par incision (3192) *vache (palo de vaca)*, arbre de hauteur sur 7 de diamètre, qui croît ince de Caraccas, à 1,000 ou 1,200 us du niveau de la mer. Sa place me botanique n'est pas encore déter-

3329. Les habitants consacrent ce suc remar- quable aux mêmes usages que le lait de vache, dont il partage les propriétés essentielles. C'est un liquide blanc et visqueux, dans lequel on trouve moitié de cire, du sucre, de la fibrine des auteurs (ou d'après nous, du gluten dissous dans le liquide à l'aide d'un acide ou d'un alcali, et dont une partie, abandonnée par ce menstrue, reste en suspension sous forme de globules, et rend ainsi le liquide opalin (27), enfin de silice et d'une faible quantité de magnésie et de chaux combinée avec un acide dont la nature est à déterminer.

3330. On voit que ce produit, qui porte le nom d'une substance qu'on aurait pu croire le produit exclusif de l'animalisation, se compose en définitive de substances qu'on retrouve isolément, plus ou moins mélangées dans le plus grand nombre des végétaux. Nous nous occuperons plus spécialement de la composition du lait en général, en nous occupant des substances organisatrices animales.

3331. **SÈVE OLÉAGINEUSE. —** L'huile ou le principe gras que peut charrier une sève, s'y trouvant en contact avec les bases alcalines, ne doit pas manquer de se saponifier. Aussi voyons-nous l'écorce du *Quillaia smegmadermos*, entre autres, fournir un principe savonneux, qui mousse avec l'eau et sert à laver et à détacher le linge. Nous reviendrons sur cette substance en nous occupant de la saponification.

3332. **SÈVE RÉSINEUSE. —** Cette sève cellulaire, qui est celle de tous les conifères, se compose de résine rendue liquide par son mélange avec une huile essentielle; elle se solidifie d'autant plus vite, au contact de l'air, que la proportion d'huile essentielle est moins considérable. La térébenthine ne reste si longtemps liquide qu'à cause de la prédominance de l'huile essentielle.

3333. **SÈVE GOMMO-RÉSINEUSE. —** Le mélange, dans un même liquide, de deux substances qui réclament, pour se dissoudre, deux menstrues différents, n'est pas un phénomène inexplicable. La sève renferme la gomme en dissolution et la résine en suspension, sous forme de globules sphériques, qui s'y pressent par myriades et rendent le suc laiteux et opalin; une partie de la résine peut y être tenue aussi en solution, au moyen de l'acide acétique qu'on retrouve libre dans un si grand nombre de sèves. La sève descendante de l'*Assa foetida*, de l'euphorbe (*Eu-*



*phorbia officinarum*, du *Cambogia gutta* qui donne la gomme gutte, la myrrhe qui se retire selon les uns de l'*amyris latif*, et, selon d'autres, d'un arbre voisin, l'encens qui provient du *Juniperus Lycia* et *thurifera*, l'*Opium* ou suc extrait de la capsule fraîche du *Papaver somniferum*, l'*Opoponax* qu'on extrait de la racine du *Pastinaca opoponax*, etc., appartiennent à cette espèce de sève

3334. SÈVE OILAGINO-GLUTINEUSE. — L'acide acétique ou une base alcaline peuvent occasionner la dissolution simultanée ou faciliter la double suspension de l'huile essentielle et du gluten (1242), dans une sève cellulaire gommeuse. Par l'extraction de cette sève, la gomme, l'huile, le gluten, viendront simultanément se condenser à l'air, et il en résultera un mélange qui présentera des caractères *aut genoris*, qu'il devra à une altération quelconque de l'huile essentielle, altération dont nous nous occuperons en parlant des huiles. Tel est le suc qu'on extrait, par incision, du *Castilleja elastica* et de plusieurs autres plantes intertropicales.

#### DEUXIÈME ESPÈCE.

##### Sève vasculaire ou interstitielle.

3335. Les physiologistes ont longtemps confondu, sous le nom de sève, deux genres de liquides d'origine bien différente (\*): le liquide qui circule dans les interstices des cellules végétales, dans le réseau vasculaire anastomosé de la même manière que le réseau vasculaire des animaux du haut de l'échelle; et le suc qui circule dans les longues cellules imperforées que les physiologistes avaient regardées faussement comme appartenant à des capacités vasculaires. En effet, quand on pratique une entaille à la surface du tronc de nos arbres, le tranchant rencontre une foule de cellules s'étendant de la base au sommet du tronc, et qui, placées sous l'écorce, sont remplies d'un suc élaboré sous l'influence de la lumière, lequel circulait dans leur capacité, comme le suc du *chara* dans la capacité de l'entre-nœud de cette plante. Ce suc s'écoule par la solution de continuité qu'opère l'instrument tranchant; mais il ne s'écoule qu'en vertu des lois de la gravitation,

c'est-à-dire qu'il ne s'écoule que la portion qui se trouve dans la moitié supérieure du tronc, la moitié retenante, en vertu des membranes qui la renferment; car les cellules du tube sont frappées de mort. Les physiologistes ont pris ce fait purement mécanique pour un phénomène vital, et ils ont appelé ce suc le *sève descendant*, parce qu'il se verse sous le nom de sève descendante, dans la sève interstitielle et vasculaire, qui n'est point contenue dans la capacité des cellules, mais qu'elle circule, appelée par les physiologistes sève ascendante, par la solution de continuité, elle monte de la racine vers le sommet, et est par les cellules supérieures, elle ne descend de la portion du tronc qu'elle occupe à l'entaille; mais elle se repend nettement en dehors une fois qu'elle est arrivée à l'entaille, à la solution de continuité, de l'eau d'un tuyau de pompe qui anime le piston, par la même raison que les physiologistes ont nommé cette-ci *sève ascendante*. Ces deux dénominations tiraient leur origine d'une fautive interprétation des faits, et se basaient sur l'ignorance de l'organe véritable. La *sève descendante* est contenue dans la capacité d'une cellule très-étendue, et ne diffère, sous le rapport de son origine, en aucune manière, du suc qui est contenu dans la plus petite cellule. Les physiologistes ont étudié le mécanisme de sa circulation dans le *chara*, quant à la nature de ses cellules, qui le contiennent sont très-variables selon la nature des végétaux, les cellules qui le contiennent sont très-variables de l'écorce; nous classerons divers à la fin de cet article. La sève que nous avons à étudier dans ce chapitre est uniquement la sève interstitielle, l'ancienne physiologie désignait sous le nom de sève montante.

3336. SÈVE INTERSTITIELLE. — On a prouvé (3308) que les membranes végétales, comme les membranes animales, ont la faculté d'aspirer et d'expirer les liquides. Nous en avons déduit que cela suffit pour mettre en mouvement les liquides renfermés dans une cellule, et que, la capacité close, une circulation qui se fait par l'œil des deux courants contigus, montants vers l'un de l'autre (3303). Mais on ne peut pas dire que la cellule close et un cercle complet ou un réseau de

(\*) Voyez *Nouveau système de physiologie et de botanique*, § 1203.



ec les autres, alors la circulation plus qu'un seul courant continu portion de cylindre, puisque le li-  
nt à la première impulsion, ne  
lle part un obstacle invincible qui  
ir sur lui-même. Cette circulation  
ut à fait analogue à la circulation  
nous avons démontré (\*) que les  
ublent, sur certains arcs de leur  
canaux que les liquides et l'air  
r à tour. Donc, l'aspiration de la  
essairement imprimer une impul-  
liquide élaboré qu'au liquide am-  
r à la fois deux circulations conco-  
interne et l'autre ambiante.

me que la circulation cellulaire, la  
erstitielle sera d'autant plus rapide  
sera plus active, c'est-à-dire que  
sera plus élevée. Aussi la trouve-  
ire en hiver, et reprend-elle son  
emps et en été, pour se ralentir de  
omme.

a circulation interstitielle est in-  
ns qu'elle n'a aucune communica-  
vec la circulation de tout autre  
rtigu; elle est aussi elle-même em-  
une cellule close, cellule qui peut  
ension, depuis le volume d'une  
celui d'un tronc gigantesque. Ce  
fet, une cellule qui a pris un essor  
n de ses rameaux est à son tour  
té sur le tronc principal, une cellule  
ellule principale; il possède à son  
ition interstitielle qui lui est propre,  
le par ses parois. C'est par aspira-  
liquides interstitiels passent dans  
cellules internes autour desquelles  
est aussi par aspiration que la  
-rameau alimente sa circulation  
u moyen de la circulation intersti-  
; sur la surface duquel elle est  
empatement.

le *interstitielle* ne doit donc être  
biente, dans laquelle le végétal  
bout inférieur, l'eau chargée des  
l'aspiration livre passage. La sève  
contraire, est le produit d'une  
eciale, d'une combinaison de la sève  
vec l'air ambiant, que les parois de  
ent tout aussi puissamment qu'elle.  
aire est organique, puis organisa-

au système de physiologie et de botanique.

trice, pour se transformer en organes par une  
élaboration progressive; c'est un produit qui  
s'organise de jour en jour, qui acquiert de jour en  
jour des propriétés nouvelles, et que par consé-  
quent l'analyse ne rencontrera pas deux fois de  
suite, avec les caractères qu'elle lui aura reconnus  
une première fois.

3340. En un mot, la sève interstitielle est aspirée,  
la sève cellulaire est élaborée par un organe.

3341. Mais lorsqu'on recherchera, par des pro-  
cédés en grand, à recueillir l'une ou l'autre, il  
est évident qu'on obtiendra un mélange des deux.  
Car il est impossible de pratiquer, dans l'épaisseur  
du tronc d'un arbre, une solution de continuité  
qui n'intéresse à la fois, et les cellules allongées  
de la couche sous-corticale, et les cellules arron-  
dies de toutes les couches, et le réseau intersti-  
tiel; en sorte que le produit de l'écoulement  
liquide que l'on cherchera à recueillir, sera un  
mélange de plusieurs produits d'origine et de  
composition différentes.

3342. Ce n'est donc plus par des procédés  
semblables que l'on devra chercher à étudier la  
nature et les modifications progressives de la  
sève; c'est en opérant sur chacun de ces sucs  
encore emprisonné dans la capacité de l'organe  
qui l'aspire ou qui l'élabore.

3343. Et c'est malheureusement ce à quoi  
n'avait pas réfléchi Biot, lorsqu'en 1833, il entre-  
prit de soumettre les diverses sèves végétales à  
ses expériences de polarisation circulaire; ses  
derniers résultats de 1837 ont dû suffisamment  
lui démontrer l'inexactitude des résultats publiés  
par lui en 1833. En effet, l'auteur s'appliqua, à  
cette première époque, à étudier la sève obtenue  
au moyen d'une perforation pratiquée jusqu'au  
cœur du tronc de divers arbres; il adaptait une  
paille à la perforation, et recueillait, dans un fla-  
con de verre, le liquide avec toutes les précau-  
tions nécessaires pour empêcher l'introduction  
des corps étrangers. Mais toutes ces précautions  
étaient impuissantes, contre le mélange des divers  
sucs renfermés dans les diverses couches d'organes  
que la perforation avait intéressés; lors donc que  
l'auteur croyait soumettre un liquide homogène  
aux essais de la polarisation circulaire, il opérait  
réellement sur un mélange plus ou moins com-  
pliqué de sels et de sucs.

3344. Cette première erreur l'entraîna dans une  
autre, qui en était la conséquence alors inévita-  
ble; car, ne s'étant pas occupé encore de l'action  
des dissolutions salines sur le pouvoir rotatoire  
des sucs, et généralisant les résultats obtenus

d'après les sucs gommeux et les sucres de raisin ou de canne, il prononçait que la sève ne renfermait que du sucre de raisin quand elle déviait le rayon polarisé à gauche, et du sucre de canne quand elle déviait le rayon à droite. Cette induction est fautive, et l'on aura pu se désabuser depuis lors, par l'expérience directe, de la justesse d'une indication semblable. Un caractère que tant de choses sont dans le cas de faire varier de la manière la plus contradictoire et dans des limites si étendues, ne saurait être considéré comme le caractère distinctif d'une substance quelconque.

3545. La composition chimique de la sève *vasculaire* ou *interstitielle*, varie selon les essences d'arbres et l'époque de la saison où on la recueille ; mais elle n'en différera pas moins, dans tous les cas, de la sève *cellulaire*, en ce que celle-ci est plus riche en substances organisatrices qu'en sels, tandis que la sève *vasculaire* ne se compose que d'eau et de sels ; le peu de substances organisatrices qu'on y rencontre provient du suc des cellules qu'a entamées la solution de continuité au moyen de laquelle on cherche à recueillir la sève *vasculaire* ; en effet, il est impossible d'atteindre celle-ci sans passer par la région qu'occupent celles-là. Les analyses peu nombreuses qu'ont publiées les chimistes sur les sèves de quelques arbres, ne sauraient donc être regardées que comme des faits de détail, et non comme des données susceptibles d'être généralisées.

3546. La sève est plus ou moins fortement acide au printemps, ce qui la rend éminemment propre à se charger, sans perdre sa limpidité, de sucre, d'albumine végétale, de résine et de substances oléagineuses, et parvient à donner promptement des signes de fermentation alcoolique, quand on l'abandonne à elle-même au contact de l'air. Parmi les sels qu'on y rencontre plus fréquemment, à l'état de solution, se trouvent les acétates de chaux, d'alumine, de potasse, le nitrate de potasse, les carbonates de diverses bases ; la sève de la vigne contient du bitartrate de potasse, du tartrate de chaux, de l'acide carbonique libre. La vigne pleure abondamment la sève, au printemps, par toutes les tranches qu'y pratique le sécateur.

## DEUXIÈME DIVISION.

### SUBSTANCES ORGANISATRICES ANIMALES (3098).

3547. Substances organisatrices que l'on retire plus spécialement des animaux, et qui en général

sont mêlées ou combinées à une quantité variable de sels ammoniacaux.

## PREMIER GENRE.

### ALBUMINE SOLUBLE.

3548. En dépit des exigences d'une systématique, il eût été irrationnel par un si long intervalle, ce que j'ai dit sur l'albumine soluble. L'art tenterait en vain de diviner la nature a réuni ; et comment diviser par la pensée, deux états d'une matière dont l'un n'est que le dernier âge plutôt que ne sont tous les deux que arbitrairement pris, d'une longue série. Je renverrai donc, pour la l'analyse de l'albumine organisée, au chapitre relatif à l'albumine organisée. L'albumine organisée se rencontre dans de tous les organes, car elle toutes les parois des nouveaux tissus se développent pour remplacer les tissus détruits.

## DEUXIÈME GENRE.

### LAIT.

3549. Sécrété par les glandes mammaires d'une classe d'animaux vertébrés, le lait est un liquide blanc, opaque, un peu visqueux, que l'eau, d'une saveur douce et sucrée, dissout.

3550. Abandonné à lui-même, le lait, à la température de 10°, ne se sépare pas à se séparer en deux portions, la crème monte à la surface en vingt heures et y forme une croûte épaisse, molle, et l'autre (le *sérum* ou *lait écrémé*) se sépare qu'auparavant ; par un temps d'été, le lait monte en douze heures.

3551. Après quatre ou cinq jours dans la laiterie, et toujours à la température de 10°, la crème est séparée du *sérum* battue violemment dans une baratte pleine d'eau ; la masse qui reste insoluble le heure qu'on conserve en le salant.

3552. Le *sérum* devient acide, et

ébullition une grande quantité d'acide exposé à une température plus élevée et à l'air, le lait se caille, aigrit, et donne par son action tous les produits ammoniacaux et la fermentation putride. On prévient la fermentation en le faisant bouillir souvent. L'alcool, les acides forts le coagulent ; il en est de même des sels neutres très-solubles, de la gomme, si l'opération se fait à

des alcalis, au contraire, la potasse, la soude, surtout l'ammoniaque, au lieu de coaguler, font disparaître sur-le-champ le coagulum produit par l'action des acides.

On analyse du lait de vache par Berzélius nous ne considérons que comme une matière proximative, présente les résultats suivants : 10 parties de lait écrémé de vache, densité spécifique de 1,033, contiennent : 28,00 de matière caséuse avec du beurre ; 35,00 de sucre de lait (3257) ; du chlorure de potasse ; 0,25 de phosphate ; 6,00 d'acide lactique, d'acétate avec un vestige de tartrate de fer ; 0,5 de fer. La crème, d'une pesanteur de 1,024, lui a donné, sur 100 parties : 3,5 de fromage, 92,0 de *petit-lait*, était renfermé 4,4 de sucre de lait et matière caséuse a donné, par l'incinération pour 100 de cendres formées de phosphore et de chaux pure.

La nature des climats et des pâturages influe sur la qualité et les proportions des principes. Par les procédés industriels, on recueille plus de beurre dans certains pays que dans d'autres. La *préle*, dit-on, communique au lait une plombée, et le prive de sa portion cré-

**BEURRE** que l'on retire du lait est une substance grasse, inflammable comme les huiles, jaunâtre, d'une pesanteur spécifique

La 1<sup>re</sup> édition de cet ouvrage avait interrompu le travail hebdomadaire ; l'année 1837 semble avoir réparé le temps perdu. Quant à nous, nous n'avons ni la force de relever une à une ces inepties scientifiques qu'académiques. Permis à Minerve de se faire entendre, pour nous rappeler qu'elle naquit un jour sous le signe de Jupiter ; permis à toutes les trompettes d'annoncer l'odieuse de corner de pareilles merveilles aux yeux du public incompétent ; mais nous, hommes d'observation, comment veut-on qu'en 1837 nous présumions sérieusement une élucubration académi-

moins que l'eau, d'une saveur agréable, d'une odeur légèrement aromatique, insoluble dans l'eau et presque dans l'alcool à froid, se saponifiant avec les alcalis. Il entre en pleine fusion à 60°.

3359. Pour transformer la crème du lait en fromage, on caille le liquide, soit avant, soit après son ébullition, au moyen d'un suc acide ; ordinairement on se sert de la *présure* ou *caillette* d'un jeune veau non sevré ; on recueille le coagulum, que l'on jette dans des moules percés de trous dans le fond ; on le sale chaque jour ; on le presse ensuite. La nature des fromages est encore plus variable que celle du beurre, ce qui provient des procédés de la fabrication, de la quantité de sel employée, de la température du local et de la qualité des pâturages.

### §1. Théorie des phénomènes physiques et chimiques que présente l'histoire du lait.

3360. Le lait n'offre au microscope que des globules sphériques, fortement colorés en noir sur les bords à cause de leur petitesse, lorsqu'on ne se sert que d'un grossissement de 100 diamètres, et dont les plus gros dépassent à peine  $\frac{1}{100}$  de millimètre. Ces globules disparaissent dans les alcalis, tels que l'ammoniaque ; et le lait devient alors transparent. Dans un excès d'acide sulfurique concentré, une portion de ces globules se dissout avec le même mouvement qu'offrent les huiles (3164), et l'autre partie reste indissoute et incolore. L'acide acétique concentré et l'acide hydrochlorique les dissolvent tous (\*).

3361. Si la masse du lait est plus considérable, elle se coagule en superbe blanc dans l'acide sulfurique (\*\*); les autres acides ne le coagulent (le *caillement*) au contraire qu'étendus d'eau. Ce *coagulum* ne provient pas du seul rapprochement des globules entre eux ; mais on voit évidemment, au microscope, que les globules sont enveloppés par une membrane transparente et albumineuse,

que destinée à soutenir, avec une prolixité de six pages in-40, que chaque globule de lait est la graine d'un végétal du genre *mucor* ? Il faut être payé pour soutenir de telles extravagances, et l'on aurait l'air de l'être en leur accordant même l'honneur d'un coup de fouet. C'est une absurdité de commande ; n'en parlons plus. Voyez les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 11 décembre 1837, et tirez le rideau.

(\*\*) L'acide sulfurique ne colore pas le lait en purpurin, quoique ce liquide renferme du sucre et de l'albumine, et même de l'huile ; cela vient de la trop grande proportion d'eau qui entre dans la composition de ce mélange nourricier (3168).

diaphane et nullement granulée par elle-même ; les acides et l'alcool agissent ici comme sur l'albumine soluble.

3562. Ces globules montent à la surface du liquide en vingt-quatre heures, et viennent, en se rapprochant et se soudant par le contact, former une croûte onctueuse et peu consistante ; mais on remarque que cette croûte se divise en deux couches dont la supérieure renferme plus de beurre (3550) que l'inférieure.

3563. Nous avons vu que le gluten (1268), qui est l'albumine des végétaux, se dépose de sa dissolution acide, sous forme de globules sphériques, par l'évaporation spontanée de son menstrue. Le même phénomène se présente à l'observation microscopique, si l'on abandonne à une évaporation spontanée la solution aqueuse de la portion soluble de l'albumine de l'œuf, à la température de 10 à 12° centigrades, le liquide ne tarde pas à devenir opalin et à offrir des milliers de globules en suspension. Il en est de même de toute substance oléagineuse dissoute par un menstrue, des qu'on étend d'eau ce menstrue ou qu'on le sature, la substance grasse se précipite sous forme de globules infiniment petits, qui, en restant en suspension dans le liquide, en troublent tout à coup la transparence et le rendent opalin ; c'est ce qu'on a lieu de remarquer habituellement, lorsqu'on étend d'eau la solution alcoolique d'absinthe et l'eau de Cologne.

3564. Pour obtenir maintenant la théorie des phénomènes du lait, il n'est besoin que de rapprocher les résultats que fournit l'expérience microscopique avec ceux de l'expérience en grand, et nous trouverons que :

3565. Le lait est un liquide aqueux, tenant en solution de l'albumine et de l'huile (\*), à la faveur d'un sel alcalin ou d'un alcali pur, et, en suspension, un nombre immense de globules albumineux d'un côté et de globules oléagineux de l'autre.

3566. Les globules albumineux, par leur pesanteur spécifique, doivent tendre à se précipiter lentement au fond du vase, les globules oléagineux au contraire doivent tendre à monter à la surface. Mais, répandus par myriades au milieu des globules albumineux aussi nombreux qu'eux, les globules oléagineux ne peuvent pas prendre cette direction, sans enlever avec eux des globules albumineux en plus ou moins grand nombre. Voilà pourquoi, au bout de vingt quatre heures, on remar-

que à la surface du lait une croûte en deux couches, dont la supérieure renferme du beurre que de crème, et l'inférieure plus que de beurre ; ou, pour parler un peu plus précis, dont la supérieure contient un grand nombre de globules oléagineux et globules albumineux. Le départ doit également au contact de l'air et de la croûte.

3567. La partie liquide, que surmonte la croûte, renferme les substances albumineuses solubles, du sucre, les acides solubles, et une certaine quantité de globules retardés, oléagineux et albumineux.

3568. Si l'on verse sur ce mélange d'albumine, soit en solution, soit en suspension, un acide quelconque et si on laisse reposer, il est évident que l'alcali étant saturé, l'albumine se précipitera, sous forme de coagulum, qui enveloppera tous les globules dans le liquide, lequel reprendra sa transparence et son acidité. Le coagulum se formera à la surface ; mais le caillot différera de celui que l'on obtient avec l'acide, en ce que celui-ci n'est qu'un aggrégat de molécules par contact, tandis que celui-ci est une véritable coagulation membraneuse. Si les globules sont concentrés, leur action sera d'autant plus efficace sur leur nature. Ceux qui dissolvent l'alcali saturent l'acide, l'albumine et l'huile. Ceux qui coagulent l'albumine font l'acide sulfurique (1549), dissolvent l'albumine, mais coaguleront l'huile.

3569. Les mêmes circonstances ont lieu, si l'on se forme spontanément un acide susceptible de saturer l'alcali. Le lait renfermant 92 pour 100 d'eau, l'acide ne pourra pas être assez concentré pour dissoudre l'albumine et l'huile, qui viendront se coaguler à la surface, à cause de leur pesanteur spécifique. Or, le lait renferme également de l'albumine insoluble (1546) en moins grande quantité (1575), ces substances réagissant l'une sur l'autre par l'acide acétique, et le lait se caillera. La fermentation aura lieu plus ou moins selon l'élévation de la température de l'air. Quand toute la substance saccharine est transformée en acide, alors la dissolution de l'albumine précipitée au fond du vase donnera naissance à des produits amers et à la fermentation acide succédera à la fermentation putride (1555).

3570. Quant aux sels, il est à remar-

(\*) Voyez le genre *huile*.

pas plus signalé la présence des acides dans le lait que dans l'albumine; y rencontre au moins l'hydrochlorique, en procédant comme nous avons fait avec l'albumine (1507). Par la combustion, ils donnent des signes de leur présence, plus que Berzélius signale dans les résidus de la combustion; la combustion me paraît y être, ou à l'état de carbonate, ou à l'état de chlorate. Car lorsqu'on traite, au préalable, le lait par l'acide sulfurique concentré, et tout à coup des aiguilles fasciculées de chaux, et il se dégage des bulles

objectera peut-être que le lait, bien lavé, donne au contraire, au moins, des signes d'acidité. Je répondrai que le sel alcalin qui sert de véhicule à l'albumine soit en partie de l'acétate de chaux, cette contradiction ne sera plus, puisque ce sel reprend plus ou moins son acidité au contact de l'air. Les rapports du nombre et de la nature des sels contenus dans ce liquide organique du lait est tout à fait à re-

par l'auteur pour obtenir cette substance, avec ce que nous avons dit de l'albumine insoluble (1538) et du gluten (1255), afin de réduire cette substance au rôle d'un double emploi. L'auteur prenait la matière en laquelle s'était transformé le caillé ou le gluten, après une longue fermentation, ou bien du fromage complètement achevé; il les lavait à l'eau chaude, réduisait en consistance de sirop le liquide filtré. Il enlevait les sels ammoniacaux par l'alcool ordinaire; par l'alcool à 20°, il enlevait le sel marin et le restant des sels ammoniacaux; il séparait la gomme par l'eau froide, et l'oxyde caséux restait sensiblement pur (\*). Cet oxyde est léger, spongieux, blanc, sans odeur, sans saveur, sans action sur les couleurs bleues, presque insoluble dans l'alcool bouillant, et tout à fait insoluble dans l'éther. Je ne m'arrêterai pas aux autres caractères assignés par l'auteur à cette substance; car ceux-ci suffisent pour établir que son oxyde caséux est tout simplement de l'albumine insoluble qui a survécu à la fermentation, et retenant encore de l'huile et des sels ammoniacaux, que l'on retrouve à la distillation.

#### §. IV. Qu'est-ce que l'acide caséique du même auteur?

##### Que la matière caséuse pure des chimistes?

la crème (3350) lavée à grande eau, filtrée et desséchée; c'est-à-dire, une assez compliquée, dont Gay-Lussac d'un côté et Bérard de l'autre nous ont donné l'analyse élémentaire. Aussi remarque-t-on, dans les nombres, que le carbone et l'hydrogène sont en plus grande proportion, que dans le gluten où l'huile existe en moins grande (64).

	Carbone.	Oxigène.	Hydrog.	Azote.
et				
Gluten.	59,78	11,41	7,43	21,38
Crème.	60,09	11,41	6,99	21,51

azote, les sels ammoniacaux du lait reparaissent sa présence (843).

##### Est-ce que l'oxyde caséux de Proust?

Il est de confronter le procédé employé

des expressions des auteurs; car, par tout ce que nous avons dit de dire dans ce qui précède, on concevra que l'oxyde n'appareille.

3374. Dans mon mémoire sur les tissus organiques (\*\*), §§ 23, 40, 44, j'avais déjà tiré la conséquence que, pendant la fermentation du gluten, il se formait des combinaisons ammoniacales acides qui pouvaient simuler un acide azoté, avec l'odeur et tous les autres caractères de ce qu'on appelait alors de l'acide caséique (1255). Celui-ci, d'après toutes ces expériences, n'aurait été que de l'acétate acide d'ammoniaque mélangé à de l'huile, à de l'albumine, à des sels déliquescents, tels que le sel marin, à de l'hydrochlorate d'ammoniaque; Braconnot a confirmé, par d'autres expériences, ces inductions, et il a trouvé que le caséate d'ammoniaque de Proust n'était qu'un mélange de matière animale, de phosphate double de soude et d'ammoniaque, d'huile animale, et d'une substance qu'à son tour il nomme *apospépine*, et qu'à sa cristallisation *dendritique*, je n'hésite pas à considérer comme appartenant à un ou plusieurs sels ammoniacaux susceptibles de se volatiliser.

(\*\*) Tom. III des *Mém. de la soc. d'hist. natur. de Paris*, 1827.



§ V. *Qu'est-ce que l'acide lactique de Schéele et l'acide lactique de Berzelius, l'acide nanctique de Braconnot et l'acide de Thomson (?) ?*

3375. Schéele séparait par le filtre la matière caséuse du lait aigri (3355, saturait avec de l'eau de chaux pour précipiter le phosphate de chaux, filtrait de nouveau la liqueur, et l'étendait avec trois fois son volume d'eau; il précipitait la chaux par l'acide oxalique, évaporait jusqu'à consistance de miel, s'emparait par l'alcool du sucre de lait et des matières étrangères, et obtenait ainsi un acide sirupeux incristallisable soluble également dans l'eau et dans l'alcool, et formant avec les bases des sels deliquescents (\*\*).

3376. Bouillon-Lagrange avait déjà présumé que cet acide n'était que de l'acide acétique *sali* par une matière animale; mais cette opinion, d'abord adoptée par quelques chimistes, fut définitivement abandonnée, surtout depuis que Berzelius eut annoncé avoir obtenu cet acide par de nouveaux procédés, à un plus grand état de pureté.

3377. Des considérations tirées de certaines expériences consignées dans cet ouvrage, m'arrivent amené à penser que cet acide pourrait bien n'être qu'une association de l'acide acétique et d'une portion de l'albumine, que l'acide rendait ainsi soluble dans l'alcool (1535), et qui lui-même devenait moins volatil à cause de la fixité des éléments de l'albumine; car si l'acide, par son affinité pour l'albumine, communique à celle-ci sa solubilité, pourquoi, par la même loi, l'albumine ne communiquerait-elle pas sa fixité à l'acide (171)?

3378. Je fis donc digérer de l'albumine de l'œuf de poule dans l'acide acétique rectifié. Je filtrai pour séparer les grumeaux coagulés de la partie liquide, et je soumis celle-ci à l'ébullition; une nouvelle coagulation eut lieu; je filtrai de nouveau et je recommençai à faire bouillir, jusqu'à ce que l'ébullition la plus prolongée ne déterminât plus dans le liquide le moindre coagulum appréciable. Après six heures d'ébullition, ce liquide

conservait encore toute son acidité, et j'en laissai même évaporer une certaine quantité sur une lame de verre une substance acide, grumeleuse, deliquescente, non fendillée, qui également dans l'eau et dans l'acide évaporation, me présentait exactes caractères. Compare à l'acide de Schéele, je ne trouvai pas la moindre différence, de la vue simple, tout aussi deliquescent.

3379. Mais, observées au microscope, les combinaisons de l'un et de l'autre bases rappelaient évidemment, par leurs habitations, quoique incomplètes, les caractères des acétates. Ainsi le lactate naturel de chaux cristallisait avec la forme de quelquefois avec celle de la fig. 17. La baryte et l'ammoniaque, comme double acide, cristallisaient de même, au milieu des arborescences ammoniacales (507), quelques figures stériques de papillon (507). Le lactate de fer était rougeâtre et deliquescent; les bases caustiques sur l'acide obtenues par l'autre procédé, confirmaient encore la même origine; car, dès qu'on met une base caustique autre que l'ammoniaque, il se forme un précipité flocculeux, microscopique et à l'analyse en grand les caractères de l'albumine; en sorpillant par la soude ou la potasse, on parvenait à obtenir d'un côté l'albumine et de l'autre de l'acétate de soude ou de potasse.

3380. Ayant jeté de la baryte sur l'acide obtenu par le procédé de Schéele, je vis que le précipité avait lieu par petites blanches comme la neige, visibles même par réfraction et au microscope, ces petites avaient l'aspect jaunâtre et les graminations d'albumine (1489). Elles versées formes et diverses dimensions par réflexion et placées sur un fond étaient ainsi blanches que les grains

(\*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. II, pag. 422, 1822.

(\*\*) Nous reviendrons sur les opinions des chimistes relativement à l'acide lactique, en traitant plus spécialement des acides; mais nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer avec quelle facilité leurs théories changent d'idée avec le temps. Dans une première publication, Berzelius avait émis l'opinion, appuyée sur des expériences positives, que l'acide lactique était différent de l'acide acétique, en 1822 (*Progres des sciences*); il abandonne cette opinion et se regarde comme très probable que l'acide lactique n'est autre chose

qu'une combinaison d'acide acétique avec une substance qui passe avec lui dans les sels, et les fait décomposer, et qui, en outre, suppose à la fois avant qu'elle se soit décomposée. En 1829, il a changé son idée, et annonce qu'il n'y a plus de différence entre les deux acides, et le considère comme un acide unique. Nous reviendrons de nouveau sur ces questions que nous reprenons sous la forme d'opinion, et nous espérons que ces pages imprimées contiendront une fois de plus la science.

*ara* (5518) (pl. 8, fig. 18). Quelques-elles (*ab*) offraient, dans leur sein, analogue à celui qu'on a décrit sur les sang. Les bases caustiques produisent effets analogues. Mais avec mon acide n'obtenais rien de semblable; je ne provenait de la présence du phosphate dans l'acide de Schéele (car je ne m'étais de l'en séparer), et de son absence dans artificiel. Je laissai digérer une certaine phosphate de chaux dans l'acide ar-issitôt j'obtins avec les bases les mêmes mineux qu'avec l'acide du petit-lait. acide lactique de Schéele n'est donc nge plus intime de l'acide acétique avec a moins phosphatée de l'albumine.

comme le suc aigri de certaines sub-étales renferme de l'acide acétique et ne (gluten) (1292), il s'ensuit que l'a-connot nomman*nancéique* (de sa ville ci) et dont Thomson changea le nom e en celui de *sumique*, ne diffère au- e l'acide lactique que nous venons de i juste valeur.

ant à l'acide lactique obtenu par les

Berzélius, je n'hésite pas à le consi-omme un produit encore plus compli-s de la nature, mais du laboratoire. ns bien présents à l'esprit les principes ans le courant de cet ouvrage, nous facilement qu'une substance animale, essivement par l'alcool, et par les on de son poids d'acide sulfurique (1535), par le carbonate de plomb, èpe sulfuré, par la chaux vive, par ique, par le nitrate d'argent; nous , dis-je, que cette substance n'est rge plus ou moins altéré et de sels et animale. Aussi l'acide de Berzélius rec une couleur brunâtre, et répan-combustion une odeur analogue à *de oxalique sublimé*.

expériences engagèrent l'auteur à 850, sur les siennes, et il fit annoncer u'il venait d'acquérir la plus grande : l'acide lactique était un acide *suf* is la seule expérience sur laquelle ait sa nouvelle conviction, c'est aré son acide lactique avec de l'am- l n'avait pas obtenu d'acétate d'am- la distillation.

3385. Or cette expérience prouverait trop pour qu'elle prouvât quelque chose. Comment la concilier en effet avec celle de Schéele, de Bouillon-Lagrange, de Thénard et de Berzélius lui-même, qui ont reconnu qu'à la distillation l'acide lactique laisse toujours dégager de l'acide acétique? S'il se dégage de l'acide acétique, pourquoi ne se dégagerait-il pas un acétate, quand vous avez traité la substance par de l'ammoniaque? D'un autre côté, l'ammoniaque et l'acide acétique se saturent très-difficilement, lorsqu'ils sont étendus d'eau; or, ici, le mélange est étendu d'eau et d'albumine que l'ammoniaque, avons-nous dit, ne précipite pas. L'acétate d'ammoniaque ne se sublime et ne devient ainsi reconnaissable qu'avec un excès d'acide; à l'état neutre il reste dissous dans l'eau de la distillation et passe inaperçu. On sait enfin que lorsqu'on distille une solution aqueuse d'acétate d'ammoniaque, il passe d'abord de l'ammoniaque, puis de l'acide acétique, et que ce n'est qu'à la fin que le sel lui-même passe avec un excès d'acide. Que sera-ce si l'acide acétique est combiné avec l'albumine?

3386. Toutes ces raisons expliquent comment Berzélius aura pu être induit en erreur sur les résultats de son expérience.

3387. En dernière conséquence les lactates signalés dans le lait (3356) ne sont donc que des acétates albumineux.

## § VI. Applications.

3388. FALSIFICATIONS COMMERCIALES. — Les nourrisseurs des environs de Paris enlèvent la crème (3350) à leur lait, et la remplacent par de la cassonade (3189), ou de l'émulsion d'amandes douces ou de chènevis. On reconnaît la première falsification au résidu de mélasse, ou en faisant dessécher le lait et le traitant par l'alcool, qui s'empare du sucre de canne et respecte le sucre de lait (3257); on reconnaît la seconde à la couenne couverte de taches roussâtres que forme le mélange par l'ébullition. D'autres falsifient par l'amidon (937); d'autres enfin, pour empêcher le lait de tourner, y mêlent une certaine quantité de carbonate de potasse (1046).

3389. LAITERIES. — La propreté des laiteries et la constance de leur température sont le point le plus essentiel pour ceux qui s'occupent de laitage. On a grand soin de déposer ses sabots à la porte, afin de n'y rien introduire qui soit déjà en fermentation, tel que le fumier. Car la fermentation

élogageant des acides carbonique et acétique (3372), le lait ne manquerait pas de tourner (3334). On a remarqué encore que l'orage fait monter la crème en douze heures, et qu'ensuite le lait s'agrite. Le premier effet est dû à la compression exercée sur le liquide par une atmosphère plus lourde, le second est peut-être le résultat de la formation de l'acide nitrique par l'influence de l'électricité (1243).

3390. BEURRE. — Nous avons dit que la crème qui se tasse à la surface du lait se compose de globules oléagineux en plus grande quantité, et de globules albumineux en moins grand nombre. Pour séparer ces deux substances, on se sert d'un instrument susceptible de recevoir un mouvement rapide, et de déchirer en même temps la masse crémeuse que l'on y dépose avec une certaine quantité d'eau. L'acide (3171) ne tarde pas à se former dans ce mélange d'huile, de sucre, d'albumine, de sels, etc., et cet acide donne à l'eau la propriété de dissoudre les globules albumineux, et aux globules huileux la facilité de se rapprocher et de former une masse homogène. Après plusieurs lavages de ce genre, on est sûr d'avoir la masse huileuse aussi pure que le réclament les besoins de l'économie domestique. Cette masse prend alors le nom de *beurre*; c'est un mélange d'huile, d'une certaine quantité d'albumine, d'un peu de sucre, des sels du lait et de l'acide acétique qui s'est formé pendant l'opération. C'est ce mélange qui, par sa décomposition, finit par le *rancir*. La matière colorante du lait de vache ne se trouvant pas dans le lait de chèvre, le beurre de celle-ci est blanc comme la neige (3357). En faisant fondre le beurre dans l'eau bouillante, on le sépare d'une assez grande portion d'albumine; mais il faudrait recommencer bien souvent cette opération, pour pouvoir se flatter d'avoir obtenu le beurre à un état de pureté parfait sous le rapport chimique. Nous nous occuperons plus spécialement de ce point de vue à l'article des huiles.

3391. FROMAGE. — Le fromage est le mélange de toute l'albumine et de toute l'huile du lait, que l'on réunit par la coagulation de l'albumine soluble, que l'on tasse par la pression, et dont on prévient la fermentation putride, en favorisant cependant la fermentation acide, par l'addition d'une suffisante quantité de sel marin. La couleur en varie, ainsi que celle du beurre, selon les espèces d'animaux qui ont fourni le lait. Le fromage de Gruyères, que l'on obtient par l'ébullition du lait, doit

une grande partie des qualités salu-  
linguent, à une circonstance qu'  
coup d'œil, pourrait paraître très-  
sait qu'on passe le lait à travers  
filtre composé de branchages d'ar-  
pins et sapins des montagnes de la

3392. La localité et l'exposition  
d'influence qu'on ne l'a conçu  
marche et les caractères des pro-  
mentation caséique. Il nous semble  
le local le plus propice à la fabrica-  
ges serait une cave ouverte par un  
d'une atmosphère plutôt fraîche  
l'abri des violents courants d'air,  
toute émanation acide ou ammon-  
saurait s'imaginer combien la lumi-  
rants d'air nuisent à la qualité des  
ne nous étendrons pas ici sur les  
brication; la différence de procé-  
ture du fromage; la différence de  
la cause des différences dans les  
c'est le local et l'exposition, qui  
un fumet de plus aux qualités les  
et il paraît que c'est à l'influence de  
tant qu'à l'habileté de la manipula-  
fort est redevable de la supériorité  
ges. Quant aux procédés de fabrica-  
deux principaux, l'un consistant à  
lait froid, et l'autre à le soumettre  
avant d'y jeter la *présure*. Il n'est  
fromage qu'on ne puisse fabriquer  
lait, en imitant les procédés.

3393. INFLUENCE DES PÂTURAGES.  
a remarqué que la *prêle fluviatile*  
de vache une couleur plombée et  
prive de sa portion crémeuse. Il est  
l'albumine s'y trouve par consé-  
grande quantité (3305), vu que les  
maires n'auront pas assez reçu de  
lin pour en enlever au sang qu'elles  
conséquence, le lait se trouvera  
reduit à l'état de petit-lait dont il  
assure en Amérique, que certaines  
muniquent au lait des qualités vé-  
n'avons pas de peine à le croire.

3394. CONSERVATION DU LAIT. —  
un mélange de sucre, d'huile, d'  
soute, ne saurait se conserver son  
formes, sous lesquelles l'une ou l'  
substances est susceptible de s'atti-  
tion la plus prolongée ne le préserve

on, à moins que la substance ne fût l'état solide, et n'eût été entièrement évaporée par l'évaporation; on la conserverait sous cette forme, si l'on avait la possibilité de la tenir dans des vases hermétiques et privés d'air et d'humidité; car le lait perdrait, dans le cours de sa conservation, non-seulement toutes ses qualités physiques, mais encore une grande partie de ses qualités chimiques, et surtout la saveur qui le rend si précieux pour l'usage comme substance alimentaire; on pourrait lui rendre l'eau dont l'évaporation l'a privée; mais avec l'eau on ne lui rendrait ni sa fluidité, ni toutes ses propriétés intestines que l'action du feu détruit et décompose. On a proposé l'évaporation du lait par un rapide courant d'air; ce procédé est préférable à tout autre, et l'on peut conserver le lait sous forme de tablettes sèches, en le dissolvant de nouveau, qu'il aura infiniment moins perdu de ses propriétés physiques que par l'action violente du feu. Mais il ne faut jamais perdre de vue que le lait, ce mélange savoureux de substances nutritives, commence à s'altérer dès le moment qu'il sort des organes de la mère; il n'est jamais si pur qu'au sortir des mamelles, en sorte qu'aucun procédé connu n'est capable de lui restituer sa fraîcheur, et que tous les procédés par lesquels il passe lui en enlèvent une partie. Jusqu'à ce que la chimie soit aussi avancée que la nature, au lieu de tant dépenser pour produire ou conserver le lait, consacrez tous vos efforts à améliorer et à multiplier les instrumens qui le produisent; nul artifice ne saurait produire un aussi bon lait qu'une excellente vache; et nos vaches sont loin d'être excellentes dans nos maigres pâturages.

**ALLAITEMENT DES ENFANTS.** — Lorsque l'instinct inné, le nourrisson attache ses dents au sein de la mère nourricière, le lait par la succion passe des vaisseaux lactifères dans l'estomac de l'enfant, comme s'il circulait dans un canal vasculaire dans un autre; et, à l'abri de l'air, il parvient à la nutrition sans altération, avec toutes les qualités qu'il possède.

**ALLAITEMENT DES ENFANTS.** — Lorsque l'instinct inné, le nourrisson attache ses dents au sein de la mère nourricière, le lait par la succion passe des vaisseaux lactifères dans l'estomac de l'enfant, comme s'il circulait dans un canal vasculaire dans un autre; et, à l'abri de l'air, il parvient à la nutrition sans altération, avec toutes les qualités qu'il possède.

On a été témoin, il y a quelques jours, d'un cas de cette nature. Une mère nourrice ayant pris un soir, par extraordinaire, un peu d'ail, comme vermifuge, qu'elle allaitait depuis un an, ne cessa de vomir le lendemain, chaque fois qu'elle prenait le

sein. Elle rendait la substance nutritive sous forme d'un petit lait, imprégné d'une odeur alliée; mais elle ne paraissait pas éprouver la moindre douleur. Le lendemain, la digestion avait repris son cours ordinaire.

Jeunes mères de nos cités, vous que notre civilisation entassée et que notre moralité dévorante entraîne au mariage, si riches de dot et d'apanage, et si pauvres de santé, réparez envers votre enfant les fautes de nos institutions, et peut-être les fautes de vos pères; donnez une seconde mère à vos enfants, mais une mère forte et puissante, qui ait mûri son lait au soleil des champs. L'art le plus ingénieux ne saurait reproduire de l'allaitement que le mécanisme; le sein seul de la femme est un milieu conservateur pour le lait destiné à l'enfant, et si, dans ce cas, les nourrices vous font défaut, donnez pour nourrice à votre fils, la chèvre qui plus tard sera fière de lui prêter son dos pour monture et ses cornes pour soutien. Quand la science sera en état de vous produire du lait de toutes pièces, elle aura le droit de vous imposer ses nourrices automates; jusqu'à cette époque, rapprochez-vous, autant que vous le pourrez, de la nature, et éloignez-vous, autant que faire se pourra, de l'art et de ses merveilles.

**3306. INFECTION MORBIDE DU LAIT.** — Les qualités des substances nutritives digérées par l'estomac de la mère passent tout entières dans le lait. Le trèfle d'eau, la menthe, l'ail (\*), le sinapis, la livèche, etc., communiquent leur odeur caractéris-

se au lait. Elle rendait la substance nutritive sous forme d'un petit lait, imprégné d'une odeur alliée; mais elle ne paraissait pas éprouver la moindre douleur. Le lendemain, la digestion avait repris son cours ordinaire.



lique au lait de la vache qui a mangé ces plantes en fourrages; la prêle rend le lait bienâtre et doux; les euphorbes et la gratiole dans le fourrage le rendent purgatif; l'usage de la garance le rougit; et celui du safran le jaunit. Si cela est constant, comme on ne saurait le nier, il faut en conclure que le fourrage infesté par des plantes vénéneuses, rend le lait vénéneux pour l'homme, alors que la dose de poison n'aurait pas été assez forte pour être funeste au bétail. Ce fait est démontré par l'expérience. Mais par suite de quelle induction aurait-on porté dès lors à admettre que le lait ne se ressentira pas de l'état maladif de la femme, et qu'on pourra laisser l'enfant au sein d'une femme phthisique? Si la mère atteinte de syphilis, communique cette maladie à son nourrisson, il faut nécessairement admettre que le lait de la femme phthisique, alors même qu'il ne serait pas le véhicule de la phthisie, n'en serait pas moins pour l'enfant une nourriture empoisonnée, et dont les résultats se feraient sentir d'une manière ou d'une autre, à une époque ou à une autre. La tradition de tous nos villages, surtout dans le midi de la France, s'élève hautement contre la doctrine contraire; et la nouvelle méthode doit prendre parti en faveur du bon sens populaire, contre l'outrecuidance de nos sociétés savantes, qui, avec deux mots mal définis, et en se basant sur des expériences incomplètes, soutiendraient que le lait des phthisiques et autres genres de malades ne nuit en rien aux nourrissons (\*). En effet, l'opinion étrange que nous réfutons ici s'est appuyée sur ce que l'analyse chimique ne signale pas la moindre différence entre le lait des phthisiques et le lait des femmes bien portantes, si ce n'est dans un peu plus ou un peu moins de phosphate de chaux. Mais avant d'invoquer en témoignage l'analyse, il faudrait d'abord savoir par qui elle a été faite (depuis longtemps on nous a tant habitués à nous méfier des analyses et des analystes); ensuite il faudrait que l'analyse, répétée par plusieurs chimistes, par une foule de chimistes (car au bout de la question se trouvent des conséquences de la plus haute gravité), eût fourni à tous des résultats concordants; enfin il faudrait que les résultats obtenus par nos méthodes analytiques eussent le droit d'être considérés comme représentant la nature; et ils sont bien loin de jouir de cette propriété; nos analyses décomposent la nature, au lieu de la représenter;

que de choses leur échappent. Pour faire deux analyses, seulement, il faut que vous priez-en les auteurs de s'en faire comprendre des autres, et de se faire sur ce fatras de mots sans détermination, la base d'une analyse qui ne dit rien de la vie d'un être humain. N'importe, l'enfant à pile ou face, comme on le fait, comme on l'a fait, comme on l'analyse; demandez à l'analyse par vous désigner le caractère, avant d'établir que le lait est dans le lait. Or l'analyse ne sait rien; qu'elle n'a fait au fond de ses matras. Vous analysez vous dément; car vous n'en savez rien, une question qu'elle est le produit d'un insecte, trouver dans le lait à l'usage du chimiste un œuf n'est que en fait même plusieurs fois compte. Si la phthisie est la cause de la mort, l'infection est un de ces produits qui se décomposent sous les doigts du chimiste, et qui révèlent qu'à l'expérience, cause la mort. Médecins, gardez l'expérience, pour compléter l'analyse; vous ne seriez pas sages qu'elle ne donnez pas aux produits d'un organe de jouer de la logique et de la même trait de plume avec les de ses nombres.

#### § VII. Principes généraux de la chimie du lait des animaux.

3337. Le lait étant un mélange de substances calcaires et ammoniacales, et d'huile dissoute à la faveur d'albumine et d'huile précipitée (650), ses caractères physiques de varier à l'infini, selon les proportions de ce mélange; et l'analyse des résultats les plus divergents, selon les méthodes employées, selon la durée de la lactation, selon les intermittences, en fait la substitution de l'individu femelle au lait, selon le climat qui l'a produit, selon le genre de nourriture qui l'a produit, selon l'agriculture n'emploie pas la même espèce aux mêmes usages.

(\*) *Bull. de l'Acad. royale de med.*, séance du 5 nov. 1837, tom. II, p. 133.



l, dans le Nord, de transformer le lait de chèvre en beurre, que d'employer mouton en bouilli; tandis que dans le France, le lait de brebis et de chèvre beurre délicieux, et que la chair du t préférable à celle du bœuf pour le La chimie, qui n'est pas condamnée à u'elle prépare, s'arrête peu à ces con- elle nous donne des formules invaria- us les croyants, mais non pas invaria- us les chimistes; car il en est de ses imedes lois: les plus récentes abrogent plus anciennes; et les compilateurs, avocats de la science, ne défendent a lettre et l'esprit de celles-là; or les analyse ne sont pas plus ingénieux et qués que les procédés de codification. chimiste évapore jusqu'à siccité, pour uantité d'eau et de substance solide renferme. Mais il ne faut pas qu'il oin la dessiccation, car l'albumine et iqués contre les parois brûlent vite. on n'a aucun indice précis sur le doit s'arrêter, il s'ensuit nécessaire- ns tel cas, la substance solide renfer- eau que dans l'autre. D'un autre côté, étrangement, quand on pense que du lait n'élimine que des parties odorat indique déjà le contraire, car sent jamais le lait; la vaisselle ver- large que l'on place à la buée du lait circissant qu'il se dégage un sulfure; démontre qu'il doit se dégager avec qui est autant et plus volatil que states ammoniacaux, les huiles vola- donc des deux côtés l'évaluation est

obtenir la quantité de beurre ou de eut renfermer l'espèce de lait soumis la chimie n'a pas recours à un autre l'industrie économique. Elle fait cail- elle l'écume; nous avons apprécié la la précision de ces résultats (5590). n pour évaluer le nombre et déter- re des sels, elle incinère la sub- ou elle obtient des précipités du is l'incinération ne représente ni les nt évaporés pendant la durée de la lu lait, ni ceux qui se sont décom- combustion; et presque aucun des ar voie d'incinération ne se trouve, res du lait, au même état de combi- était dans le lait liquide.

3401. L'analyse a donc tout dénaturé, tout con- fondu; jugez de sa logique, quand elle livre à la synthèse ces éléments incomplets ou mensongers, pour établir la formule de la composition du lait. Cela n'est que ridicule, quand on se contente de faire de la chimie; mais la prétention offre un côté plus grave, quand la médecine cherche à éclairer sa religion à un pareil flambeau. On voit souvent des médecins, appelés en consultation sur le choix d'une nourrice, prononcer leur juge- ment en dégustant le lait: c'est du charlatanisme; ce que le médecin découvre par ce procédé, la mère de famille l'aurait tout aussi bien constaté que lui et souvent mieux; car les ménagères sont plus compétentes sur la saveur du lait que les docteurs eux-mêmes. Mais cette indication, dans l'état actuel de la science, est plus qu'insuffisante; et ce n'est pas d'aujourd'hui que le vulgaire sait avec quelle sorte de puissance d'illusion le poison se cache sous le miel, comme le serpent sous la fleur. Le sucre empoisonné n'est pas moins sucré; et le virus qui sert de germe à la mort s'enferme tellement dans la fiole de l'alchimiste, que l'œil le plus attentif n'est pas encore parvenu à le sur- prendre. Supposez un lait de femme qui roule, parmi ses globules oléagineux et albumineux, des œufs microscopiques d'insectes, vampires impi- toyables de nos poumons et de nos entrailles; le lait n'en sera pas moins riche en beurre et en caséum, en sucre et en sels ordinaires, pour servir, sous cette forme, de véhicule au germe de mort; et la chimie s'y trompera tout aussi bien que la dégustation.

3402. Quant au lait de place, lait que le be- soin de gagner falsifie de tant de manières, la chimie sera tout aussi impuissante en certains cas; mais la dégustation le serait bien davantage. Découvrez, à la dégustation, la présence de la mor- phine, de la brucine, de la strychnine dans le lait! Demandez même à la chimie de vous les y dé- mêler, au milieu de cette albumine et de cette huile que les réactifs coaguleront avant d'atteindre le principe! Voyez par combien de manières le bon sens cupide du campagnard s'est joué, dans l'art de sophistiquer le lait, de la haute science du chimiste, arbitre expert assermenté devant la loi. Pendant longtemps il vous a donné un mé- lange d'empois et de sérum pour du lait à la crème; le chimiste prononçait que ce lait était bon, car il ne tournait pas; et sous ce rapport le lait falsifié était meilleur que tous les laits du monde, car il ne tournait jamais, et il était im- possible qu'il tournât: le paysan y avait pourvu avec un peu de potasse ou de soude (1046). Quand



pourrait être un poison mortel pour le , sans que la chimie , ni avant ni après ent , fût capable de reconnaître à un in les traces de ses propriétés délétères. mie mieux avisée se garde bien de per- celle assertion ; qu'elle se contente de ais s'abstienne de prononcer dans cer- Pour être autorisé à prononcer qu'une soumise à l'examen est du lait, il faut ie à sa source ; et pour prononcer sur les mauvaises qualités d'un lait , le meil- n est de considérer les qualités du sujet ère. Pour juger de l'effet , remontez à et soyez sûrs en général qu'une femme ine de corps et d'esprit vous donnera lait possible.

es annales de la médecine signalent des lait coulait des yeux , de l'ombilic , des des pieds , des reins , de la matrice , , chez l'homme comme chez la femme. e , dans nombre de ces cas , le médecin e exposé à prendre du pus ou des écou- urulents pour du lait, cependant il n'est isible que la disposition générale qui se tout à coup chez la mère , à transformer lait , ne trouvant pas une issue dans on des mamelles , se réalise dans tout glandulaire et riche en vaisseaux. Mais rétion anormale ne fournirait qu'une e anormale ; résultat d'un désordre dans e de la mère , elle porterait le désordre nomie de l'enfant ; la métastase laiteuse rs funeste à celui-ci ; elle le fait périr ou par un meurtre. Car , on ne saurait ppeler à ceux qui jugent : on n'a jamais e tuer son enfant après lui avoir donné le ne se porte à cet acte horrible qu'a- a sécrétion du lait a quitté , pour ainsi région du cœur pour se porter vers la ie le sentiment désordonné de la honte sur celui de l'amour ; et quand cet acte voir est consommé , Thémis , qui pour- sa nature , n'est pas exposée à des mé- iteuses , vient dire à la mère terriblement e : « Tu as tué ton fils dans un accès de oi , ma fille , je vais te tuer du plus grand i. » Et l'histoire rapporte que la sen- é souvent prononcée par celui dont la tait la cause première de ce désespoir e : il était , lui , un aimable mauvais

sujet ! la pauvre fille fut infâme. Jugements d'ici- bas ! Chimistes experts assermentés , nous en avons assez de ceux-là , n'y joignez pas le pédan- tisme des vôtres ; ce n'est pas dans ces sortes de solennités , qu'il est permis d'être absurde et ridicule.

### 9<sup>e</sup> Lait végétal (3328).

3421. Sucre, huile, albumine, menstrue acide ou ammoniacal , phosphates , et acétates terreux et eau , tantôt plus , tantôt moins , et l'on a le meilleur lait du monde. Or toutes ces substances existent en aussi grande abondance chez les végétaux et chez les animaux ; le végétal est dans le cas d'éla- borer , dans ses cellules , un aussi bon lait que l'animal dans les siennes. Chez le végétal il faut une entaille pour l'extraire , il n'en coule que par une solution de continuité ; qui sait si l'en- fant l'obtient autrement des mamelles de sa mère ?

3422. Il ne nous manque pas de plantes lai- teuses , et dont le suc qui s'écoule par une inci- sion a tout l'aspect et même certains caractères du lait des femelles. Mais il existe un arbre dont le lait offre , sous ce rapport , presque une com- plète identité. Cet arbre est le *palo de lèche* ou *palo de vacca* (arbre à vache , *galactodendron Humb. (\*)*), qui croît dans la province de Caraccas , à 1,000 ou 1,200 pieds au-dessus du niveau de la mer , s'élève à 700 pieds de hauteur et acquiert 7 pieds de diamètre. Les habitants consacrent ce suc remarquable aux mêmes usages que le lait de vache , dont il possède les propriétés essentielles ; ils viennent le soir et le matin , sous l'arbre , boire une tasse de ce lait , ou bien ils en font un de- jeuner plus complet , en y émiettant des morceaux de cassave , ou des *arepas* , sortes de galettes de maïs (\*\*). Le menstrue de ce lait paraît être acide plutôt qu'ammoniacal , ou bien un sel ammo- niacal lui-même. On peut mêler une forte propor- tion d'acide à ce lait , sans le cailler. L'addition de quelques gouttes retarde très-longtemps la décomposition de ce suc laiteux , bien qu'on le laisse à l'air libre. L'ammoniaque ne cause aucun précipité dans le lait végétal. Placé sur le feu ; il se comporte presque entièrement comme le lait de vache ; il se forme , à la surface , des pellicules qui s'opposent à l'évaporation , et font monter le liquide au-dessus du vase. Si l'on maintient une

\* W. Arnolt , il existe un *tabernamontana* qui donne l.

(\*\*) Boussingault et Rivero , *Annal. de chimie et de physiq.* , tom. XXIII , 1823.

douce chaleur, on obtient une espèce de frangipane. Lorsqu'on continue à chauffer, on voit bientôt paraître à la surface de cet extrait des gouttelettes comme huileuses, dont le nombre augmente, et au milieu desquelles fluit par nager le caillot, qui progressivement durcit et diminue de volume; et dès ce moment on commence à sentir une odeur assez semblable à celle qu'exhalent des côtelettes, au moment où on les sort du grill. Le liquide huileux, quand on le laisse refroidir, se prend en une masse blanche et translucide, tout à fait semblable, par l'aspect, à la cire d'abeille blanchie. Le caillot est insoluble dans l'alcool; l'alcool versé dans le lait pur le trouble et le coagule. Ce suc laiteux est très-aqueux, il renferme du sucre, un sel de magnésie et un principe colorant. Abandonné à l'air, il donne un caséum qui aigrit facilement à l'air, et dont les habitants préparent un fromage, dont l'odeur rappelle certains fromages de nos climats.

3423. Cette analyse, tout incomplète qu'elle soit, permet cependant d'établir que le lait végétal ne diffère du lait animal que par une proportion plus considérable d'eau; ce qui fait que les acides ou l'ammoniaque ne le coagulent pas comme le nôtre; car la coagulation des substances albumineuses n'a lieu qu'à un certain état de concentration. L'étude des sels n'en a pas été faite; les auteurs n'en mentionnent qu'un seul que leur a indiqué la réaction du suc; et ils n'ont pas étudié la substance par voie d'incinération.

3424. Nous avons déjà eu plus d'une occasion de prouver que la formation de la fermentation caséique n'est rien moins qu'une propriété exclusivement spéciale au lait. Le gluten (1255) en prend dans certaines circonstances les principaux caractères. L'amidon lui-même (924) nous a donné un fromage des mieux confectionnés: et si ce fait est nouveau dans la science, il est plus ancien dans l'économie domestique. En effet, on prépare, en Thuringe, une espèce de fromage avec les pommes de terre; on prend les grosses blanches, on les fait bouillir dans un chaudron, on les pèle, on les réduit en pulpe, soit à la râpe, soit au mortier; on les mêle avec un cinquième de lait aigri et la dose de sel convenable; on pétrit le tout, on couvre le mélange; on laisse reposer pendant trois à quatre jours, suivant la saison. Au bout de ce temps, on pétrit de nouveau, et l'on place les fromages dans de petites corbeilles,

où ils se débarrassent de leur h  
on les met sécher à l'ombre, e  
dant quinze jours, par cou  
dans des tonneaux en terre o  
que le fromage se forme, et  
meilleur il est. La dose de lait  
remplacée, avec un égal succè  
tion d'albumine de l'œuf ou au  
acétique, mêlée à une quan  
sucre; ou bien même par le  
amidonnières (1078).

### TROISIÈME GENRE

#### SANG (\*).

3425. Le sang est un liquide rouge chez les animaux vertébrés; blanc chez les invertébrés; il favorise l'économie du corps et y porte la faveur de canaux vasculaires abouchés entre eux en un vaste réseau. La température est la même que celle à-dire qu'elle varie, d'après les observations plus récentes, de 36 à 37° chez l'homme, qu'elle est de 11° chez les chiens et les chats jusqu'à 40°,5 chez le cochon, et les oiseaux. Sa densité est de 1,0560 d'après Fourcroy; de 1,0560 d'après Fourcroy de 15 à 16°; et, d'après John pour le sang artériel, et de 1,0560 veineux.

3426. Il se coagule à la température bouillante; mais il se coagule aussi à l'air libre ou en vases fermés, sans, au lieu d'un dégagement de chaleur, un refroidissement notable. On diminue cette coagulation, en agitant le sang à mesure qu'il sort des vaisseaux, alors, comme le lait (3530) et les portions, dont l'une liquide, transparente, s'appelle le *sérum*, et l'autre, rougeâtre et plus dense, se coagule en *caillot*. Le sang qui circule dans les artères (*sang artériel*) est d'un rouge vermeil; celui qui circule au cœur par les veines (*sang veineux*) est d'un rouge brunâtre, que la transparence rend bleuâtre. Cette couleur se

(\*) Nous conservons en entier la rédaction de ce troisième genre, telle qu'elle se trouve dans la première édition de cet ouvrage; nous renverrons à la fin l'appréciation critique des

travaux qui ont été publiés depuis sur la matière; nous nous semble propre à faire mieux juger de la valeur des travaux académiques.

vers gaz : rouge-cerise dans le gaz am-  
ge violet dans les gaz oxyde de carbone,  
d'azote , hydrogène carboné ; rouge  
es gaz azote, carbonique, hydrogène,  
l'azote ; violet foncé passant au brun  
ns l'hydrogène arséniqué ou sulfuré ;  
n dans le gaz hydrochlorique ; brun  
gaz sulfureux ; brun noirâtre passant  
nâtre dans le chlore.

zélius et Marcet ont , chacun de leur  
é le *sérum* du sang, et ont obtenu les  
vants :

	Sang de bœuf.	Sang de l'homme.		Sang de l'homme.
...	905,000	905,0	...	900,00
...	79,990	80,0	...	86,80
bos-				
onde			Matière extrac-	
...	6,175	4,0	tive.....	4,00
ale			.....	6,60
et de			.....	1,65
...	2,565	6,0	Sulfate de po-	
re..	1,520	4,0	tasse.....	0,35
...	4,750	1,0	Phosphate ter-	
			reux.....	0,60
	1000,000	1000,0		1000,00

rès Proust , le sang renfermerait en  
moniaque , un hydrosulfure , des  
aigre un peu modifié (3581) , du ben-  
le et de la bile. Brand et Vogel ont  
dans le vide , le sang laisse dégager  
gal de gaz acide carbonique. Vauque-  
lé une matière grasse jaune, que Che-  
bre comme étant de même nature que  
eau (1755). Barruel n'a pas trouvé la  
ce d'urée dans dix livres de sang de  
que Prévost et Dumas prétendent  
la présence de l'urée dans le sang  
ont ils avaient enlevé les reins.

aillet se composerait , d'après Berzé-  
e fibrine , et de 64 de matière colo-  
chez le bœuf ; et chez l'homme , la  
erait à peine dans la proportion

### me de la circulation sanguine.

is la découverte de la circulation ,  
l'en rechercher le mécanisme ; mais  
s évaluations et des calculs, on a fini  
tre que l'application des méthodes  
u calcul , en ces sortes de matières ,  
à des résultats trop largement oppo-  
x autres , pour qu'on fût en droit de

les regarder comme l'expression de la loi qu'on  
cherchait à étudier.

3431. Le cœur, par sa contractilité musculaire,  
est-il l'unique agent de l'impulsion à laquelle  
obéit le sang ? Les artères secondent-elles à leur  
tour cette impulsion , et par quel mécanisme ? Le  
système capillaire , ce lien commun des artères et  
des veines , cette voie de communication entre la  
route qui amène et la route qui ramène, ce sys-  
tème, dis-je, est-il passif ou exerce-t-il une action  
quelconque sur le liquide qui circule dans ses  
anastomoses microscopiques ? Telles sont les di-  
verses questions que l'on a vu résoudre successi-  
vement par l'affirmative et par la négative , et ,  
dans l'un et l'autre cas, à l'aide d'expériences.

3432. Bichat n'admettait que l'action du cœur,  
et niait l'effet que l'on attribuait au frottement et  
aux chocs des sinuosités sur la vitesse du sang ;  
il apportait en preuve l'hypothèse d'une seringue,  
dont la canule serait terminée par une multitude  
de rameaux : le même coup de piston devrait  
faire jaillir l'eau , au même instant , des rameaux  
inférieurs comme des rameaux supérieurs. Les  
adversaires de Bichat ne pouvaient révoquer en  
doute ces principes d'hydrostatique ; cependant  
l'observation des faits décelait , dans le cours du  
sang, une exception à cette règle, et l'on trouvait  
que le sang n'était pas doué , sur tous les points  
du trajet, de sa vitesse initiale. Mais ni Bichat ni  
ses adversaires n'avaient aperçu que ce principe ,  
fort juste quand il s'agit d'un système de canaux  
à parois rigides , cesse de l'être quand il s'agit de  
vaisseaux flexibles et élastiques ; car si , au bout  
de la seringue , on plaçait des rameaux faits avec  
des tuyaux membraneux et élastiques , on trou-  
verait alors qu'on ne doit plus négliger l'influence  
des résistances et des chocs.

3433. Les parois des vaisseaux opposent donc  
des résistances au cours du sang , et leurs anses  
produisent des chocs.

3434. D'où vient cependant que le mercure se  
soutient , à la même hauteur , dans un tube mis  
en communication avec une artère , à une distance  
plus ou moins grande du cœur ?

3435. La cause de ce phénomène est la même  
que celle de la circulation , et elle réside dans une  
double circonstance dont les physiologistes n'ont  
jamais tenu aucun compte , quoiqu'ils en aient  
toujours reconnu l'existence ; je veux parler de  
l'aspiration et de l'expiration des parois des vais-  
seaux. Car le sang est destiné à porter la vie sur  
tous les points du système , à nourrir et à réparer  
es organes. Mais pour que sa destination ne soit



pas animée, il faut nécessairement qu'une partie du liquide soit absorbée par les surfaces qu'il arrose. Il faut que ces surfaces soulèvent au liquide les sels nutritifs; il faut encore qu'elles lui rendent le rebut de leur élaboration; en d'autres termes, il faut qu'elles aspirent et qu'elles expirent. Or cette double fonction ne peut avoir lieu sans que le liquide soit mis en mouvement; et ce mouvement doit être d'autant plus constant et uniforme que cette double fonction est inhérente à chaque molécule de la surface des vaisseaux vivants. La circulation chez les animaux n'a donc pas d'autre mécanisme que chez les végétaux; et ce mécanisme une fois admis, toutes les anomalies de l'expérience s'expliquent sans effort.

3434. Le mercure se maintient à la même hauteur, au cœur ou près du cœur, parce que ce n'est pas l'action du cœur qui l'y maintient, mais l'action des parois des vaisseaux.

3437. Toute surface qui aspire, si elle est élastique, doit être à son tour, pour ainsi dire, aspirée par la substance aspirée, ce qui est évident, et est donc évident aussi qu'à la faveur de cette double aspiration on explique les mouvements du système artériel du cœur et des artères. Le cœur se contracte, libre sur la majeure partie de sa surface, en pressant l'organe qui trouve le moins de résistance dans ce mécanisme, et dont les mouvements sont les plus marqués. Quand ses parois internes se contractent, ou, si l'on veut, s'abaissent comme le globe, il se contractera; quand au contraire ses parois internes expireront, repoussées vers par le liquide qu'il repousse, le cœur se dilatera. Mais comme le jeu de cet organe est régulier et constant, sa masse, ses mouvements resteront éternels à la vitesse de la circulation dans le système des artères, qui, dès lors, ne sera que le système d'aspiration et d'expiration, se contractant des mouvements isochrones avec les battements du cœur. Ajoutez à cette action régulière des battements artériels, les mouvements interrompus par l'aspiration aérienne des animaux, et les circonstances de la circulation, et vous aurez tous les problèmes physiologiques.

3438. On ne saurait citer un exemple, digne de l'attention des physiologistes, qui prouve mieux que tout autre la cause de la circulation. On a vu un animal d'un tétard de grenouille, dans un espace de temps assez long, se contracter et se dilater, ou se contracter sans se dilater, et on ne pense pas que cela soit dû à la circulation du sang, car

les orifices amputés de ces vaisseaux, ainsi, cette circulation aurait l'effet d'un tétard mort avant l'opération. Le sang s'écoule aussi bien de vaisseaux amputés. Or le phénomène n'a lieu que lorsque cet organe animal plein de vie. Du reste, on n'occasionnerait jamais de tels effets en effet, au microscope, le revenir sur ses pas, comme par réseau des anastomoses; on ne s'arrêterait brusquement, puis mouvoir de nouveau, comme encore au corps de l'animal, placé sous l'influence des mou-

## § II. Globules du sang

3439. Depuis que Malpighi et les micrographes n'ont presque fait d'observations, en y ajoutant qu'ils ont vu les globules du sang ont été vus par la pierre philosophale de l'observation. On formerait une bibliothèque de tout ce qui a été publié sur ces corpuscules, et l'on ne posséderait pas la somme de deux vérités bien simples. Je m'attacherai pas à réfuter pied à pied, je pourrais même dire les anciens, la méthode d'observation que les anciens ont représenté chacun de ces globules comme un sac emprisonnant un noyau, et les considérés comme des corps vivants, et non spontanés, dupes en cela de la mécanique de mouvements qui signalées, en parlant des globules (1456); d'autres enfin ont attribué à ces globules l'apparence de précision mathématique, et les globules sanguins formaient des séries s'ajoutant bout à bout. La perte de temps, quand on peut remplacer par la démonstration rationnelle d'exposer les faits qu'on a vus à l'aide de la nouvelle méthode.

3440. Les globules du sang ont des dimensions et des formes qui varient dans le même animal, mais qui restent les mêmes, quoique dans des limites assez étendues.

3441. Les différences quelquefois observées dans les évaluations

<sup>1</sup> À l'ouvrage d'anatomie, Second 1 de chimie microscopique, tom. IV, 18

ont laissées du diamètre de ces globules, non-seulement du peu de dimensions de ces petits corps, des procédés qu'on a suivis dans le et surtout de la grande difficulté à mesurer avec exactitude des petits, à un grossissement de 100 à 150. Aussi les nombres consignés dans l'un auteur, si toutefois ils ont été obtenus avec le même instrument et par le même procédé, ne peuvent être considérés moins comme de la dimension réelle, que comme des approximations qui existent entre les globules de divers animaux soumis à cette obser-

dimensions des globules varient suivant les individus; les formes et les dimensions varient les espèces.

Chez l'homme (pl. 8, fig. 21, *d*) on les trouve à  $\frac{1}{150}$  et même à  $\frac{1}{200}$  de millimètre; chez tous les individus de cette espèce, la forme est circulaire.

Ces dimensions et cette forme appartiennent aux globules des autres mammifères. Chez les oiseaux, les poissons, les quadrupèdes, ils sont elliptiques; ceux de l'homme (pl. 8, fig. 21, *b*) atteignent jusqu'à 1 millimètre, et ceux de la salamandre les plus gros connus.

Ces globules varient à l'infini dans la même goutte de sang, mais les plus petites, il est vrai, très-rapprochées, on les observe immédiatement au microscope (\*).

Quelques instants après leur séjour dans l'eau qui sert à les séparer, en étendant fin de les faire mieux distinguer, ils présentent des variations qui ont donné plus d'une origine aux observations. Car lorsqu'ils sont les vaisseaux, ou immédiatement sortis, ils ne se présentent qu'avec la

forme nié l'existence, chez les insectes, d'une analogie à celle des animaux vertébrés. Dans la suite de cet ouvrage, j'avais déjà indiqué que l'on trouve une véritable dans les antennes des cloportes. J'écris ce fait que de souvenir; il me manquait la grande partie de mes notes que j'ai recouvrées. J'ai consigné que, dès 1827, j'ai observé une circulation dans les antennes à 25 articulations, circulation analogue à celle des tipules. La circulation par saccades, correspondant aux palpitations de la partie postérieure du corps. Chaque articulation

forme de globules hyalins et de la plus grande simplicité. On les voit, au sortir de la veine, passer et repasser les uns au-dessus des autres, entraînés en sens divers par les courants variés du liquide; et à la faveur de ces mouvements tout à fait automatiques, on les croirait jouissant de mouvements spontanés.

3448. Mais, ce qu'on peut très-facilement observer sur les globules des batraciens (pl. 8, fig. 21, *b*), quelques instants après qu'ils sont sortis du vaisseau, et qu'ils ont séjourné dans l'eau pure, ils commencent à acquérir des formes et des dimensions nouvelles; ils s'étendent insensiblement (\*\*), et alors on aperçoit, dans leur centre, une espèce de noyau (*b'*): bientôt la couche externe, qui se confond de plus en plus, par son pouvoir réfringent, avec le liquide (*b''*), finit par disparaître tout à fait; le petit noyau (*b'''*) reste, s'étend et disparaît à son tour. D'autres globules, au lieu de s'étendre sous forme elliptique, s'étendent sous forme sphérique; enfin si la quantité d'eau qui sert de menstrue est suffisante, tous ces globules disparaissent en s'y dissolvant, et quelques heures après on n'en trouve plus un seul dans le liquide. Cependant il ne faut pas perdre de vue qu'à mesure que ceux-ci disparaissent, d'autres peuvent être dans le cas de se former par la fermentation du liquide. En conséquence il sera bon de procéder à l'expérience dans un lieu frais et à une température basse.

3449. On conçoit qu'à une certaine époque de l'observation microscopique, les globules des batraciens sont dans le cas de ressembler exactement aux globules des mammifères (3444).

3450. Ceux-ci, primitivement sphériques, offrent, lorsqu'on approche le porte-objet de l'objectif (563), un point noir dans leur centre, et une auréole transparente (pl. 8, fig. 21, *c*); le point noir disparaît, lorsqu'on éloigne une seconde fois le porte-objet. En s'appliquant contre la lame du porte-objet, par suite de l'évaporation de l'eau, ces globules se présentent avec la forme (*c'*), parce qu'alors la substance, se refoulant vers les bords,

offre comme chez les *chara* (3288), un double courant inverse, et l'on voyait les globules passer de l'un à l'autre des deux courants. J'ai observé le même phénomène de circulation dans l'articulation médiane de la patte du *smynthera viridis* (Lamk.), *podura viridis* des autres auteurs, petit pou verdâtre et ventru que l'on trouve sur les luzernes.

(\*\*) Les micrographes qui ont publié les mesures de ces petits corps ne se sont pas doutés de cette circonstance, qui pourtant est capable de fournir des résultats très-divergents, selon qu'on mesurera les globules après un plus ou moins long séjour dans l'eau.

forme tout autour du globule une espèce de bourrelet.

3451. Ces globules, d'un si beau rouge sur les plaques des micrographes (pl. 8, fig. 21, *a a*) n'offrent quelque chose d'analogue aux figures classiques, que lorsqu'ils sont recouverts de la matière colorante; mais dès que la matière colorante, entraînée par l'albumine soluble qui s'épaissit, s'est retirée sur les bords du porte-objet, alors on voit évidemment que chaque globule est incolore et d'une transparence éblouissante. C'est principalement sur les globules grandement elliptiques des batraciens qu'on peut très-bien voir cette circonstance; on n'a qu'à observer la circulation sur la queue du lézard, ou sur la patte de la grenouille, on s'assure avec la dernière évidence que ces ellipses sont entièrement incolores. L'expérience est tout aussi décisive peut-être, quand on a eu soin d'étendre d'eau pure le sang le plus fortement coloré des mammifères; car alors la matière colorante étant plus délayée, et par conséquent presque inappreciable au microscope, les globules paraissent incolores, dès le début même de l'observation.

3452. Il faut cependant, en cette circonstance comme en bien d'autres, tenir compte de l'effet ordinaire de la lumière sur les corps albumineux (1552), toutes les fois qu'ils commencent à altérer l'homogénéité de leur organisation (1439), en s'imbibant d'eau; ils prennent alors en effet une couleur un peu jaunâtre. Par réflexion (368), ils reprennent leur première blancheur.

3453. Telles sont les illusions auxquelles les globules du sang peuvent donner lieu, sous le rapport de leurs formes. Étudions maintenant leur nature chimique.

3454. Un acide minéral, l'acide hydrochlorique, par exemple, commence par déterminer la formation d'un noyau sur les globules encore homogènes (*b''*, pl. 8, fig. 21) Mais ce noyau, trace évidente d'une coagulation, varie de forme et de position dans chaque globule. L'acide hydrochlorique, à la longue, finit par dissoudre le globule en entier.

3455. L'ammoniaque et l'acide acétique concentres dissolvent presque instantanément ces globules.

3456. La chaleur les coagule et les durcit. L'alcool produit le même phénomène.

3457. Or des globules hyalins, solubles dans l'eau, l'ammoniaque, l'acide acétique, l'acide hydrochlorique concentrés, coagulables par les autres acides, par la chaleur, par l'alcool, sont évi-

demment de simples globules d'albumine des molécules organiques.

3458. Chacun de ces globules peut être considéré comme de l'albumine, d'abord dans le serum du sang, à l'aide d'un quelconque, et ensuite précipitée de ce soit par la neutralisation, soit par l'acide de celui-ci. Cependant les précipités qu'on obtient par l'alcool n'offrent pas coagulum informe; cela est vrai, mais ce sont des précipités d'albumine qui ont lieu par l'effet spontané du menstrue qui les tenait et qui ne représentent ni bien tous les phénomènes qu'en y ajoutant une matière colorante croirait avoir sous les yeux du sang véritable, que l'on dépose une certaine quantité d'albumine de l'œuf de poule dans un acide hydrochlorique concentré; bientôt l'albumine d'abord coagulée en blanc (1554), et dans l'acide, en le colorant en un violet sera ensuite au bleu. Si on decante l'acide hydrochlorique, et qu'on l'abandonne à l'évaporation spontanée, on verra se précipiter une poudre blanche, qui, observée au microscope, n'offrira que des globules très-petits, égaux entre eux, et que l'œil le plus exercé ne fondrait facilement avec les globules de sang.

3459. Or on accordera aisément que les propriétés de ces globules varieront en raison de la quantité de menstrue qui s'évaporerait dans le sang, et de bien d'autres circonstances; en sorte que ces globules pourraient avoir des grosseurs et des formes différentes, à l'âge, les mœurs, l'espèce et le sexe du sujet soumis à l'observation.

3460. Nous avons déjà obtenu des globules analogues, en saturant violemment l'albumine avec de la baryte (5580); le précipité se compose alors de superbes globules (pl. 8, fig. 21, *a, b*), quelques-uns (*a, b*) offrent même un noyau.

3461. Le noyau que l'on remarque dans le centre des globules du sang des batraciens (pl. 8, fig. 21, *a, b*) la plupart des autres c'est un simple noyau (comme 3450), ce noyau, dis-je, n'est que la dissolution successive des divers globules albumineux. Car la couche externe du globule venant à s'imbiber d'eau la couche s'étend la première dans le liquide, et par son imbibition et par son aplatissement, elle voit réfringent plus faible que les couches internes, qui, dès ce moment, se montrent opaques que la couche externe. Lorsque

externe s'est entièrement dissoute, la partie interne subit la même modification, et ainsi de suite jusqu'à la couche médiane ; le tout finit par disparaître entièrement.

### III. *Coagulation du sang.*

Outre ces globules albumineux, le sang est en solution de l'albumine liquide en grande abondance ; ce dont on s'assure au microscope, soit en laissant dessécher spontanément le sang étendu d'eau (on observe en effet une couche albumineuse (1499) (pl. 4, fig. 15) qui n'est certainement ne saurait être le produit de la coagulation, tout à bout des globules sanguins), soit en traitant par l'alcool ; en tenant l'œil au microscope on voit en effet les globules enveloppés d'une *membrana* membraneux qui se forme in situ aux dépens de la partie liquide.

Cherchons à découvrir la nature du principe qui sert à rendre cette albumine plus coagulable, qui, par sa neutralisation ou son évaporation, se dépose sous forme de globules, laissant dans le *sérum* et voyagent sans se déposer dans les vaisseaux. L'analogie de composition et de circulation, entre le liquide sanguin (3308) et le sang, m'avait d'abord fait penser que le menstrue de l'albumine, chez l'homme comme chez celui-là, n'était autre que l'acide carbonique. Macquer et Homberg avaient découvert un acide dans le sang ; Proust y a découvert l'acide acétique ; Berzélius y indique, dans tous les tissus, du lactate de soude libre, qui, d'après ce que nous avons vu plus haut, n'est qu'un acétate albumineux et de potasse (3375). Cette hypothèse, il est vrai, en opposition avec l'alcalinité du sang au sortir des vaisseaux ; l'alcalinité aurait bien pu n'être que conséquence de l'acidité, et il aurait pu arriver ce que nous avons eu déjà l'occasion de constater à l'égard du sel ammoniacal acide et devenant neutre au contact de l'air (924). Mais l'alcalinité du sang le plus fraîchement tiré des vaisseaux, la coagulation produite par un acide libre, ne permettent pas de douter que le principe de l'albumine ne soit un alcali. Cet alcali, la soude (1507) et surtout de l'ammoniaque (17) dont les auteurs ne tiennent aucun compte, dont on reconnaît avec évidence les di- vers microscopiques.

Une fois ce principe admis, la coagulation du sang n'offre plus aucune explication. Car l'acide carbonique de

l'atmosphère, l'acide carbonique qui se forme dans le sang, par son avidité pour l'oxygène (1979), ou par suite de la fermentation spontanée des éléments du sang lui-même, sature le menstrue de l'albumine, qui se précipite comme un caillot. L'évaporation de l'ammoniaque, et surtout l'évaporation de l'eau du sang qui sort fumant de la veine, abandonnent à leur tour une quantité proportionnelle d'albumine dissoute, et la masse se coagule d'autant plus vite que le liquide sanguin était moins aqueux. Je pourrais ajouter que la fermentation acide (3173) est susceptible de se manifester, immédiatement au sortir des vaisseaux, dans un liquide élevé à 37° de température, et renfermant simultanément de l'albumine insoluble et du sucre (3397), lequel acide rendrait la saturation du menstrue plus rapide.

3465. La précipitation globulaire de l'albumine, dans la capacité des vaisseaux de la circulation, présente moins de difficultés encore à résoudre. Car l'absorption de la partie aqueuse ou liquide du sang, par les parois des membranes, suffirait à l'explication, s'il n'était pas possible d'admettre qu'à chaque instant le menstrue alcalin peut être saturé par les résidus de la nutrition (3435), que les parois rejettent à leur tour, dans ces canaux destinés à charrier à la fois les éléments organisateurs et les produits de la désorganisation ; comme cette saturation se fait avec lenteur et gradation ; sans violence et sous l'influence d'une cause identique, il s'ensuit que le précipité globulaire s'effectue avec plus de régularité, et que les globules enfin sont presque tous égaux entre eux.

### § IV. *Analogies du sang (\*)*.

3466. Il suffit de jeter les yeux sur les résultats analytiques qu'a fournis l'étude du suc de *Chara* (3308), celle des sèves glutineuses et qui se concrètent au contact de l'air (3421), celle du lait (3560), et celle du chyle, pour en saisir, d'un seul coup d'œil, l'analogie avec les résultats analytiques du sang. Même albumine dans ses deux états de solution et de précipitation globulaire ; mêmes sels : hydrochlorate de soude et de potasse, phosphate et carbonate de chaux, sels ammoniacaux, acétates albumineux de potasse et de soude (*lactates de Berzélius*) (3587), qui chez les *Chara* sont remplacés par une dissolution de tartrate de potasse dans l'acide acétique albumineux ; même coagulation spontanée au sortir des organes de la circu-

(\*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. II, pag. 416, 1829.

che, cette matière paraît noire  
 dont elle a la cassure et le bril-  
 lant au feu dans un appareil  
 rouge ni de forme ni de couleur;  
 ces de ce résidu n'ont pas plus  
 ferrugineuses à Vauquelin qu'à  
 saqu'une série d'expériences a  
 toutes inductions, il arrive sou-  
 vent le nœud de l'anomalie, dans  
 en apparence accessoire, et que  
 avoir jetée, dans le cours de sa  
 sur mémoire. En effet Vauquelin  
 qu'il reste une matière insoluble  
 rrique, très-abondante, qui est  
 rouge et bien plus riche en fer  
 toute. Comment Vauquelin a-t-il  
 sidérer, comme matière colorante  
 tre dissoute plutôt que la matière  
 sans doute parce qu'il trouvait  
 res a humineux dans la première  
 onde. Quoi qu'il en soit, il est  
 quelin n'a trouvé que des traces  
 matière colorante du sang, c'est  
 é que sur des traces de matière

ment à la matière colorante pure du sang, et que  
 le phosphate de chaux, que la chaux pure et son  
 acide carbonique, que la magnésie enfin, provien-  
 nent de l'albumine du mélange coagulé.

3474. Quoique la présence d'une assez grande  
 quantité de fer dans le sang soit bien constatée,  
 cependant ni l'acide gallique, ni l'infusion de noix  
 de galle, ni le prussiate ou l'hydrocyanate de  
 potasse ne produisent, dans ce liquide, aucun  
 précipité ou aucun changement de couleur, qui y  
 annonce l'existence de ce métal. De là Berzélius  
 concluait que le fer n'y existe qu'à l'état métal-  
 lique. Mais j'ai depuis longtemps fait observer (\*)  
 que les substances organisatrices coagulables  
 étaient capables de soustraire une substance  
 métallique à l'action la plus énergique d'un réactif.  
 J'aurai bientôt occasion de parler d'un mélange  
 d'huile et de sels de fer, qui ne donne des signes  
 de la présence de ce métal que plusieurs jours  
 après qu'on a déposé le mélange, dans du prussiate  
 ferruré de potasse aiguisé d'un acide. Rose a  
 confirmé ce résultat en mélangeant de l'albumine  
 ou de la gélatine avec du peroxyde de fer.

3475. Ainsi nous ignorerons peut être longtemps  
 encore à quel état se trouve le fer dans le sang,  
 et quels sont les caractères de la matière colorante  
 pure.

## § VI. Usages du sang.

et Ingelhart procèdent à leur  
 re différente de celle des auteurs  
 ploient une plus grande quantité  
 parties sur une de caillot). Ils  
 nation à 75° centig, il se précipite  
 rouges qui, lavés et séchés, sont  
 ex comme de la matière colorante  
 l'albumine reste dans la liqueur.  
 si on ne pas voir que ces flocons  
 albumine coagulée par la chaleur et  
 matière colorante qu'elle a entraî-  
 est vrai qu'il reste de l'albumine  
 mais ceci n'est plus une difficulté,  
 (1811) que l'albumine se coagule  
 par la chaleur que la quantité d'eau  
 plus considérable. Du reste, la  
 par Berzélius se comporte en-  
 raîs, exactement comme l'albu-  
 substance obtenue par Berzélius  
 de partie de son poids de cendres  
 on cinquante parties d'oxyde de  
 phosphate de chaux et d'un peu  
 sept parties et demie de chaux  
 et demie de sous-phosphate de  
 et demie d'acide carbonique.  
 albumine pure ne renferme, sans  
 fer, on est obligé d'admettre ici  
 sous-phosphate de fer apparten-

3476. On se sert du sang de bœuf, en place  
 d'albumine de l'œuf, qui coûterait plus cher,  
 dans la clarification du sucre (3188). On le mange  
 à l'état de boudin. On donne celui des animaux,  
 dont la chair ne se sert pas sur nos tables, aux  
 poules, aux dindons, etc., après avoir eu soin de  
 le dessécher et de l'émietter; enfin, à ce dernier  
 état, il constitue, dit-on, un excellent engrais,  
 même pour la culture des racines telles que la  
 betterave, à laquelle le sang de cet animal fait con-  
 tracter un mauvais goût.

3477. On prépare le Prusse  
 merce, en calcinant  
 de potasse du com-  
 qui est ordinairement  
 la même que patente.  
 la jette d'un  
 tre la  
 asse, du  
 hydroc  
 leur ti



lation, et cela par la saturation, l'évaporation ou l'affaiblissement du menstrue de l'albumine. Or ce menstrue est de l'acide acétique chez les *Chara*; c'est un alcali (soude et ammoniaque) dans le lait, le chyle et le sang.

3467. Il existe encore une autre différence entre ces diverses substances organisatrices : c'est la présence d'une substance colorante rouge dans le sang des vertébrés, des annélides, etc., mais qui manque totalement dans le sang des insectes, des mollusques, etc.

#### § V. Matière colorante du sang.

3468. La couleur rouge du sang (3467) résiste à l'action des alcalis, de l'ammoniaque, des dissolutions d'alun, de perchlorure d'étain, de la noix de galle, etc.; elle est altérée par les acides nitrique, sulfurique, et même par l'acide hydrochlorique; elle ne résiste point à l'action de l'air et de la lumière, et encore moins à celle de la putréfaction. L'ébullition la fait virer au vert, quoique par réfraction elle conserve encore sa teinte purpurine. Elle varie d'intensité et même de nuances, selon que le sang observé provient des veines ou des artères (3426), et selon la constitution des individus et le genre de maladies.

3469. Les chimistes ont cherché à l'obtenir isolément; et les résultats de leurs recherches diffèrent entre eux du tout au tout. Brande et Vauquelin la regardent comme une matière animale *sui generis* et ne renfermant que des traces insignifiantes de fer. Berzelius au contraire, ainsi que Ingelhart et Rose, en attribuent exclusivement la couleur à la présence du fer, dans un état indéterminé de combinaison. Cette opinion est aujourd'hui la plus accréditée, et celle qui mérite le plus de l'être.

3470. Mais il me paraît évident que ceux qui soutiennent cette opinion n'ont pas plus obtenu la substance colorante, à l'état de pureté, que ceux qui soutiennent l'opinion contraire; l'albumine du sang se trouve encore en abondance dans la substance obtenue par les uns et par les autres, et lui prête la plupart de ses caractères. Il suffit de raisonner les procédés suivis par les divers auteurs, pour constater ce que j'avance, et pour se rendre compte de la dissidence qui existe entre eux, au sujet du rôle que le fer joue dans cette matière.

3471. Brande abandonne à lui-même le *sérum*

du sang préalablement séparé du floculement. La matière colorante décanse le *sérum* qui surnage. To de l'albumine et de la fibrine (cette substance, dont quelques un ou moins la couleur (3468); elle l'alcool, l'éther, la chaleur, et l'albumine. Elle forme, dit l'auteur une dissolution (*suspension*, 27), tréfié que difficilement. Cette a confirmation, à moins que l'eau par rapport à cette substance, produits de la putréfaction moins conséquent moins sensibles. Sa cent des traces de fer; si l'expérience peut expliquer cette disparition de combinaison soluble des molécules avec un acide produit par la fermentation s'établir nécessairement, pendant substance a été abandonnée à elle-même sorte que le fer de la matière colorante décolorée doit se trouver en plus grande dans le *sérum* que dans le *dépôt*, ce que nous avons déjà dit sur l'air et sur le dépôt. Buconneux des cor de l'articulation du poignet (3653), évident que le dépôt formé dans l'Brande est le fait spécial de l'albumine entraîne avec elle, comme par clarification (3188), une partie de la rante contenue auparavant dans le qu'elle (\*).

3472. Vauquelin est arrivé au que Brande par un procédé tout différent le caillot du sang (3426) bien égoutté de crin, par quatre parties d'alcool étendu de huit parties d'eau, et il pendant cinq à six heures à 70° filtre la liqueur encore chaude, l'acide par de l'ammoniaque, laisse le résidu à grande eau, jusqu'à ce de baryte ne donne plus le moindre présence de l'acide sulfurique; et d'après lui, la matière colorante p de l'acide sulfurique dans ce procédé température (1519), a dû certainement altérer en grande partie l'albumine comme dans l'expérience ci-dessus, la matière colorante. Aussi Vauquelin

(\*) Ce phénomène se présente fréquemment à l'observation microscopique, on voit souvent, à côté des globules rouges, des corpuscules albumineux, qui ont emprisonné dans leur sein la matière colorante, et que ces globules

microscopiques sont capables de prendre

(\*\*) L'acide sulfurique dissout une faible partie (3468), tout en coagulant l'autre.

èche, cette matière paraît noire dont elle a la cassure et le brillumise au feu dans un appareil range ni de forme ni de couleur; dres de ce résidu n'ont pas plus ferrugineuses à Vauquelin qu'à rsqu'une série d'expériences a fausses inductions, il arrive sountre le nœud de l'anomalie, dans en apparence accessoire, et que e avoir jetée, dans le cours de sa our mémoire. En effet Vauquelin qu'il reste une matière insoluble urique, très-abondante, qui est rouge et bien plus riche en fer ssoute. Comment Vauquelin a-t-il sidérer, comme matière colorante ère dissoute plutôt que la matière sans doute parce qu'il trouvait res albumineux dans la première onde. Quoi qu'il en soit, il est uquelin n'a trouvé que des traces iatière colorante du sang, c'est ré que sur des traces de matière

is et Ingelhart procèdent à leur re différente de celle des auteurs ploient une plus grande quantité e parties sur une de caillot). Ils lution à 75° centig.; il se précipite rouges qui, lavés et séchés, sont ix comme de la matière colorante t, l'albumine reste dans la liqueur. out-on ne pas voir que ces flocons lbumine coagulée par la chaleur et matière colorante qu'elle a entraîest vrai qu'il reste de l'albumine nais ceci n'est plus une difficulté, 1511) que l'albumine se coagule ar la chaleur que la quantité d'eau l plus considérable. Du reste, la e par Berzélius se comporte enctifs, exactement comme l'albu substance obtenue par Berzélius ne partie de son poids de cendres ron cinquante parties d'oxyde de e phosphate de chaux et d'un peuingt parties et demie de chaux s et demie de sous-phosphate de s et demie d'acide carbonique. umine pure ne renferme jamais e fer, on est obligé d'admettre ici sous-phosphate de fer apparten-

nent à la matière colorante pure du sang, et que le phosphate de chaux, que la chaux pure et son acide carbonique, que la magnésie enfin, proviennent de l'albumine du mélange coagulé.

3474. Quoique la présence d'une assez grande quantité de fer dans le sang soit bien constatée, cependant ni l'acide gallique, ni l'infusion de noix de galle, ni le prussiate ou l'hydrocyanate de potasse ne produisent, dans ce liquide, aucun précipité ou aucun changement de couleur, qui y annonce l'existence de ce métal. De là Berzélius concluait que le fer n'y existe qu'à l'état métallique. Mais j'ai depuis longtemps fait observer (\*) que les substances organisatrices coagulables étaient capables de soustraire une substance métallique à l'action la plus énergique d'un réactif. J'aurai bientôt occasion de parler d'un mélange d'huile et de sels de fer, qui ne donne des signes de la présence de ce métal que plusieurs jours après qu'on a déposé le mélange, dans du prussiate ferruré de potasse aiguisé d'un acide. Rose a confirmé ce résultat en mélangeant de l'albumine ou de la gélatine avec du peroxyde de fer.

3475. Ainsi nous ignorerons peut être longtemps encore à quel état se trouve le fer dans le sang, et quels sont les caractères de la matière colorante pure.

## § VI. Usages du sang.

3476. On se sert du sang de bœuf, en place d'albumine de l'œuf, qui coûterait plus cher, dans la clarification du sucre (3188). On le mange à l'état de boudin. On donne celui des animaux, dont la chair ne se sert pas sur nos tables, aux poules, aux dindons, etc., après avoir eu soin de le dessécher et de l'émietter; enfin, à ce dernier état, il constitue, dit-on, un excellent engrais, même pour la culture des racines telles que la betterave, à laquelle le fumier animal fait contracter un mauvais goût.

3477. On prépare le bleu de Prusse du commerce, en calcinant un mélange de parties égales de potasse du commerce et d'une matière animale qui est ordinairement du sang desséché. Dès que la masse est pâteuse, ce qui a lieu à la température rouge, on la jette dans l'eau, on l'y délaye, on la jette sur un filtre. La liqueur contient de l'hydrocyanate de potasse, du sous-carbonate, de l'hydrosulfate et de l'hydrochlorate de la même base. On traite la liqueur filtrée avec de l'eau dans

(\*) Sur les tissus organiques, § 99, tom. III des Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris, 1827.

laquelle on a fait dissoudre deux parties d'alun et une partie de sulfate de fer. Il se fait aussitôt une vive effervescence, et d'une autre part, un précipité abondant, qui, après avoir été bien lavé, passe du brun noirâtre au brun verdâtre, du brun verdâtre au brun bleuâtre, et enfin à un bleu de plus en plus prononcé. Ce n'est qu'au bout de vingt cinq jours qu'il a acquis la plus belle teinte de bleu. On jette sur un filtre, on laisse égoutter, on partage le dépôt en masses cubiques qu'on verse dans le commerce. Dans cette opération, l'action désorganisatrice de la potasse a facilité la combinaison, aux dépens de la matière animale, d'un volume de vapeur de carbone et d'un volume de gaz azote, qui, s'associant à la potasse, forment du cyanure de potassium. Ce sel, jeté dans l'eau, la décompose, et se transforme ainsi en hydrocyanate de potasse, qui, mis en contact avec un sel ferrugineux, se transforme en hydrocyanate de peroxyde de fer, lequel est d'un beau bleu. L'alun est employé ici pour favoriser la double décomposition.

### § VII. Applications.

3478. CHIMIE. — Wochler ayant découvert que l'urée pouvait être considérée comme un *cyante d'ammoniaque*, qu'on reproduit artificiellement en faisant passer dans l'ammoniaque du gaz cyanéux, l'urée que Prévost et Dumas ont signalée dans le sang ne serait-elle pas le produit des procédés de leurs expériences (3428) ou celui de la désorganisation violente au moyen de laquelle s'est opérée l'expérience?

3479. CHIMIE MÉDICALE. — L'ammoniaque guérit de l'ivresse, et ce fait s'explique très-bien par les réactions chimiques. Car l'ivresse provient de la coagulation du sang produite par l'alcool qui passe dans les veines; le torrent de la circulation s'obstrue par intermittence; tel organe reprend la vie quand l'autre la sent affaiblir; de là perte d'équilibre, et au summum de l'effet, espèce d'asphyxie ou trouble général dans tous les organes qu'alimentait la circulation, dans l'organe de la pensée, comme dans les organes d'une tout autre élaboration. Or l'ammoniaque, ingérée dans l'estomac, pénètre dans le torrent de la circulation par le même mécanisme que l'alcool; et ce menstrue rend à l'albumine sa solubilité, au torrent de la circulation sa fluidité et son cours ordinaire.

3480. Il serait plus difficile d'exposer quel procédé l'eau-de-vie en petite quantité occasionnée par la bière.

3481. Le docteur Lower paraît être le premier qui ait signalé le cas où la saignée du sang trouble, d'un rouge clair sale, et marbré et rouge blanchâtre en même temps. D'autres médecins ont eu l'occasion de voir le sang semblable à celui qu'ils ont pris pour du lait. Samuel Ledel fait également mention d'un cas dont le sang était blanc. En 1829, le docteur Gentien (\*\*) le professeur Christison, d'Edimbourg, Lassaigue et le docteur G. A. Zincke ont été témoins du même phénomène. Enfin, ce docteur Fabre nous en a montré d'autres ressemblant à du lait marbré de couleur. Depuis la publication de la première édition de cet ouvrage, l'apparition de ce phénomène moins extraordinaire, et susceptible d'être attribuée à une rationnelle explication.

3482. Dans tous ces cas maladroits, comme dans l'ivresse, que le sujet éprouve des vertiges, le sang coule par saccades et laisse tomber quelques gouttes sur la face; se produit une effervescence marquée de l'acidité de ce sang, et en peu de temps le sang prend la couleur de chocolat au lait. On abandonne le sang à lui-même, au bout d'une demi-heure, il se forme un caillot de sang médiocre, nageant dans une grande quantité de fluide blanc, opalin, et tout à fait semblable au lait. L'ancienne méthode aurait cherché laborieusement, au fond de ces différences qui pourraient fournir un caractère distinctif de ce fait de nouveauté, ce qu'avait déjà prononcé d'après de tels critères la nouvelle méthode, habituée à considérer le sang non comme une unité, mais comme un mélange. On n'eût pas de peine à trouver l'explication simple changement de menstrue. En effet, le sang ordinaire est alcalin et se coagule à l'albumine; le sang qui sert de menstrue à l'albumine dissout l'albumine et sert de véhicule à la suspension de la matière colorante. Mais si tout à coup un acide venait à s'introduire dans le torrent de la circulation et à saturer l'alcali qui se trouve dans le sang, il se produirait dans le sang le même phénomène qui se reproduit dans les expériences de laboratoire; le liquide se coagulerait, se nuage, la proportion

(\*) Collections épistémiques, t. 10, 11 et 12.

(\*\*) Voy. annal. de méd. et de chir. 1829, t. 11.

ou moins considérable. Mais la coagulation de l'albumine, qui sert de moyen de clarification en industrie, ne manquera pas de colorer le sang en enveloppant dans ses ramifications la matière colorante; et, dès lors, le sang se partagera en deux parties, en un caillot blanchâtre plus ou moins rouge d'un côté, et en un sérum limpide incolore de l'autre; et l'ancienne méthode sera avec étonnement que ce sérum ne contient aucune seule trace d'albumine; ce qui est un prodige aussi étonnant que celui du jus de raisin clarifié, lequel ne contient plus que

ces faits tout matériels, qu'il nous soit permis d'ajouter une hypothèse. L'introduction de l'acide dans les vaisseaux ne serait-elle pas capable de donner lieu à la formation de l'acide, l'accident dont nous venons de parler? En effet, que la réaction de l'albumine avec l'acide donne naissance à de l'acide acétique. L'homme, cet accident a été observé après qu'une boisson spiritueuse avait pris en plus ou moins grande ou dans un état plus ou moins grand de fermentation; et dans les vins, nous trouverions encore la même réaction, dans les produits alcooliques, la digestion, qui commence par être fermentaire et finit par devenir acétique.

**PHYSIOLOGIE.** — La circulation n'est incontestable que par la marche des globules charriés le liquide (3284); en sorte que, sans la présence des globules, la circulation la plus parfaite serait inapercevable à nos yeux; dans tous les cas nous prononcerions que le tissu observé n'est pas dépourvu de système vasculaire, qu'il n'existe pas la moindre trace de circulation; c'est ce qui était arrivé aux micrographes, à la publication de cet ouvrage; aussi ne se fût-on pas sans scrupule d'admettre l'existence de tissus privés de circulation; tels étaient les infusoires. Chez les animaux vertébrés, on admettait l'existence de membranes, même les plus simples, privées de vaisseaux, mais même les plus simples, enfin des membranes douées de vie et pourtant inorganisées; telle est la membrane de l'amnios (2022).

Cette manière de raisonner commence à passer; et chacun conçoit (je dis chacun de ceux qui ont été permis de concevoir), chacun conçoit que les globules n'étant qu'un précipité particulier, un liquide peut se trouver éminem-

ment albumineux, sans offrir encore le moindre petit globule. Mais une fois que les observateurs se seront familiarisés avec le tracé de la théorie vésiculaire, ils ne trouveront pas la moindre difficulté à concevoir, comment un tissu particulier peut être vasculaire, sans offrir la moindre strie de liquide coloré; en effet, la circulation n'ayant lieu que dans le dédoublement de deux ou plusieurs cellules accolées par tout le reste de leur périphérie, elle ne saurait pénétrer dans les tissus qu'elle engendre et qu'elle enveloppe chacune de ces cellules, que par le point où ces tissus lient organiquement à la cellule qui les a engendrés, c'est-à-dire par le hile de chacun d'eux. Or, si ce hile, au lieu de se dilater assez pour laisser passer la matière colorante, conserve son imperforation, et n'admet, comme toute autre paroi, que la portion liquide du torrent de la circulation, la circulation qui se distribuera dans son sein, par le même mécanisme que la circulation générale, sera entièrement incolore.

3486. Partout où vous rencontrerez un réseau analogue à celui de la fig. 40, pl. 10, vous devez prononcer que là il existe une circulation vasculaire; car la circulation seule est en état d'arrondir ces canaux et de faire qu'ils s'abouchent tous entre eux. Enfin ne perdons pas de vue qu'il n'existe pas une cellule, qui ne s'alimente par une circulation qui la longe, et que toute membrane dans laquelle rien ne circule est à l'instant frappée de mort.

3487. La formule de la formation du système vasculaire se réduit à fort peu de termes. Supposez une cellule douée de la vie, c'est-à-dire du pouvoir d'aspirer les liquides pour se les assimiler et les transformer en tissus de cellules plus internes: celles-ci prendront naissance sur la paroi de la première, et elles aspireront à leur tour le liquide, pour élaborer à leur tour. Placées côte à côte les unes des autres et aspirant à la fois le même liquide, dès que celui-ci sera absorbé, elles s'aspireront pour ainsi dire elles-mêmes, elles s'accoleront après avoir produit entre elles le vide; mais le liquide arrivant cependant en abondance, par suite de l'aspiration de la cellule externe, la circulation se maintiendra sur une zone quelconque; il continuera à écarter les parois des cellules contiguës, parce que sa quantité sera toujours supérieure à la puissance d'aspiration des tissus; en les tenant écartées, il arrondira le canal qu'il se creuse, car un liquide ne se comporte pas autrement entre des parois élastiques; en revenant sur lui-même, ce canal continuera à se



frayer une route, en tenant d'autres cellules dédoublées; le vaisseau s'anastomosera; et ainsi de suite à l'infini. En un mot, les cellules contiguës s'accoleront par toutes les régions de leur périphérie, qui aspireront assez énergiquement pour absorber la portion de liquide répandu entre elles, et le liquide qui circule sera confiné là où l'aspiration, si puissante qu'elle puisse être, ne saurait l'absorber. La plume à la main, chacun pourra prendre une idée plus pittoresque de ce mécanisme, au moyen de deux ou trois traits tracés sur le papier.

3488. TROU DE BOTAL. — Le phénomène général de la vie n'est que la reproduction indéfinie du même phénomène, de même que le plus gros cristal n'est que l'assemblage de cristaux de même forme. Ce que vous avez observé sur la molécule que votre œil, armé d'un verre grossissant, est dans le cas de mesurer dans tout son ensemble, se répète, avec la même simplicité, sur l'organe le plus considérable que l'œil ne peut plus observer que par portions, et dont la structure ne se complique que de notre impuissance. L'aspiration inhérente à la paroi organisée d'une cellule (3487) nous a donné la cause de la circulation; et elle nous explique à elle seule le phénomène de la respiration générale.

3489. Tant que la branche placentaire fonctionne, le sang du fœtus est appelé sur ce point et refoulé ensuite de ce point dans le fœtus; mais arrivé aux ventricules, la circulation serait arrêtée au passage, si le cœur était un organe imperforé. Or le cœur n'étant plus un organe, mais un assemblage de parois d'organes cellulaires, une espèce de *trivium* organique; à l'époque de la vie fœtale, le sang veineux qui vient de la branche placentaire trouve, après s'être distribué dans tout le corps du fœtus, pour revenir s'hémoser au placenta, un passage libre, à travers la paroi médiane des deux ventricules du cœur. Ce passage a reçu des anatomistes le nom de trou de Botal. A cette époque, les poumons sommeillent, repliés sur eux-mêmes, comme une glande ordinaire, ils sont passifs; ils s'alimentent par la circulation qui leur arrive d'une manière accessoire; ils ne réagissent sur elle, que dans l'intérêt de la nutrition de leurs tissus spéciaux. Bientôt une révolution totale s'opère dans le système. La branche placentaire a fait son temps; ses tissus vieillissent et tendent à s'oblitérer, le sang est déjà sollicité vers des régions plus jeunes; les poumons se réveillent et s'épanouissent; le fœtus s'élance vers l'air

qu'ils appellent de toute leur membranes qui l'asphyxient et fort; les poumons se dilatent; ils remplacent le placenta; le sang s'y porte avec force; il en revient avec une impulsion comme, pour y arriver, le sang est par la veine cave, le ventricule pulmonaire, et que, pour se repousser vers la périphérie du corps, il est par la veine pulmonaire, le ventricule et l'aorte, le trou de Botal doit être peu près comme le serait la communication de deux canaux parallèles, et seraient en outre par les deux extrémités du courant était donnée des parties opposées de cette capsule, lorsqu'il s'agit de canaux élastiques de communication qu'abandonne par conséquent dans l'intérieur du vide, doit s'obstruer aussitôt, et s'agglutiner sans retour. De là vient la communication des deux ventricules sans retour, ou, pour mieux dire, de l'anatomie, que le trou de Botal, qu'au lieu d'une seule cavité, les deux ventricules sont désormais distinctes. Mais ce qui est pour le cœur des poumons, doit se passer la même loi d'aspiration, dans le cœur, qui, est pour ainsi dire le cœur même force d'aspiration qui abaisse le sang pour se porter aux poumons, la même dans la fonction qui hématose, et arrête l'ancien canal de communication fœtus; le trou de l'ombilic s'obstrue, qui circule près de son ouverture, le sang s'écoule par un autre chemin, la ligature suffit pour arrêter une telle.

3490. Le cœur, comme on le voit, est un organe, une forme accoutumée, sans la présence duquel on ne peut concevoir la vie. Chez les animaux développés, il acquiert une plus grande importance, que chez les animaux d'un ordre inférieur, parce qu'il affecte des formes plus caractéristiques. Mais les choses ne sont pas arrivées à la loi physiologique, de faut avoir grand soin de se débarrasser des idées de l'école, et surtout du langage qui ne sont propres d'animaux, et il surdait le rapport, que l'entendement



ent son langage; il ne sert qu'à jeter lité sur une question bien simple, et à facile à comprendre le mécanisme le appliqué que nous connaissions. La no-; en effet, prenant le cœur pour point de la circulation, a consacré l'expression à désigner tout vaisseau qui porte le : région quelconque vers le cœur, et d'artère, à désigner toute espèce de si porte le sang du cœur vers une ré- onque. De là il est arrivé que le sang : trouve tantôt dans une veine, tantôt ère, dans la veine cave, qui apporte le périphérie au cœur droit, et puis dans monaire, qui porte le sang veineux du les poumons; et qu'on trouve le sang is la veine pulmonaire, qui rapporte le umon au cœur gauche, pour porter le même sang du cœur gauche dans l'aorte. ner une nomenclature aussi embrouillée ou applicable à l'ensemble du règne mons les poumons pour point de dé- circulation; considérons les deux ne deux anses à parois plus musculaires es, comme deux réservoirs plus éner- r ils sont libres par une plus grande ur surface, comme deux anfractuosités naux parallèles et contigus, l'un vei- s les capillaires des extrémités du corps apillaires du réseau pulmonaire, et riel et hématosé depuis les capillaires pulmonaire jusqu'aux capillaires des ou de la périphérie du corps; et dès ce artère pulmonaire se nommera avec e pulmonaire, et la veine pulmonaire a artère pulmonaire; et c'est un grand iologie que d'avoir réformé le langage; réformé de fausses idées, qui restent n dépit de toute explication ulté-

rgane de la respiration est le levier de : ce qui intercepte le bienfait de cette élaboration cause la mort; vous pour- mpunément un animal de l'une des ex- pendiculaires; mais vous ne le priverez nément de l'une quelconque des por- blissent une communication essentielle ux courants inverses et juxtaposés. Et port, le cœur n'a pas plus de privilège e cave, que l'aorte, que la veine ou monaire; la suppression de l'une de ces branches de la vascularité hématosé, et frappe de mort les tissus.

3492. C'est l'aspiration pulmonaire qui attire le sang et lui imprime l'impulsion en vertu de laquelle il circule. La suppression complète de la respiration frappe de mort comme la foudre; car la circulation est dès ce moment condamnée au repos, elle manque de toutes les qualités par lesquelles les cellules des tissus se revivifient. La suppression du cœur n'éteint pas tout à coup la vie; elle l'appauvrit plus vite chez tels animaux que chez tels autres; et chez la grenouille, après lui avoir extirpé le cœur, on aperçoit encore la circulation s'opérer plus ou moins régulièrement, ou par saccades plus ou moins brusques.

3493. INTRODUCTION DE L'AIR DANS LES VEINES. — Les chirurgiens n'ont été que trop souvent témoins de cet accident, dont les effets sont si terribles. Malheur à eux, si par l'ouverture béante d'une veine, il s'introduit une certaine quantité d'air; le malade perd connaissance, il frissonne, il éprouve des vertiges, il appelle à son secours, il étouffe, et le chirurgien n'opère plus que sur un cadavre. L'explication de ce phénomène, si embarrassant sous l'influence des idées classiques, découle si naturellement des principes développés dans cet ouvrage, que je ne sache pas d'objection possible contre elle. Les parois des veines sont douées de la faculté de l'aspiration, ainsi que les parois de tout vaisseau; car les cellules qui les composent ne sauraient s'alimenter que par aspiration. Mais si tout à coup le liquide circulant venait à s'épuiser, elles s'aspireraient elles-mêmes, elles s'agglutineraient nécessairement entre elles; et alors le canal circulatoire serait oblitéré! Un tel accident serait, sans aucun doute, de peu d'importance, s'il arrivait dans une région extrême, sur une extrémité: il n'affecterait qu'un organe d'une importance secondaire, et le sang n'y reviendrait pas moins par une autre voie, après s'être revivifié au poumon. Mais si l'accident arrive sur une veine d'un certain calibre, et dans le voisinage du poumon, il s'ensuivra une suppression de l'aspiration même: suppression mortelle, si elle est complète, douloureuse et pénible, mais de peu de durée, si la suppression n'atteint pas tout l'organe à la fois. Car poussé à la suite du sang veineux par le poids seul de l'atmosphère, dans le premier instant, l'air tiendra les parois du vaisseau écartées; mais il ne tardera pas à être absorbé par ces parois, qui dès ce moment se rapprocheront d'une manière irrévocable; la circulation ne trouvera plus d'issue par ce point, et si ce point s'étend sur tout le réseau pulmonaire,



général; et pourtant il est facile de n'ont jamais fait en cela que de décrire rticuliers. Quant à la distinction générale face externe ou séreuse, surface interne r, c'est un caractère inhérent à toute ame, et de membrane, qui ne sauraient is posséder ces trois rapports. Autant distinguer dans un corps donné, caractère spécial, ses trois dimensions s, largeur, longueur et profondeur. On au vaisseau une couche musculaire; e, il est des vaisseaux dont les parois assez d'épaisseur, pour présenter une on en apparence fibreuse; ce qui est anatomistes le caractère distinctif du aisse caractère est inhérent à la région se le vaisseau, et non au vaisseau lui-on peut concevoir un canal vasculaire t dépourvu de ce caractère-là. On le t s'effacer peu à peu, à mesure que le e la circulation se distribue entre des e moins grandes dimensions; et là, au e, on a de la peine à distinguer quelque lui appartienne en propre. C'est un ent, ce n'est plus un canal; l'anatomie, néral ne distingue que par les dimen-ne à ces dédoublements le nom de vais-illaires. Mais les grands vaisseaux et le même ne sont pas autre chose que d'ana-actés, que d'analogues interstices; le cule seulement entre des parois plus organisées, et qui ne sauraient s'orga- sorte, sans devenir musculaires. Car s vu (1563) que le muscle était un em-indéfini de cellules allongées, dans le uelles on remarque une spire qui est a contractilité. Or rien ne saurait s'or- cellules de développement, que sur le s cellules; les cellules d'approvisionne-les qui forment le tissu cellulaire ou le ux (1481), n'étant que des cellules éphé-es cellules qui ne sont destinées qu'à se ces cellules de développement. Donc qui se développe participe de la nature , et fonctionne d'une manière plus ou ergique, selon qu'il appartient à telle 'à telle région, et selon qu'il est placé uence d'un plus ou moins fort courant Mais il est évident que la puissance d'as-l'une paroi découle de la puissance de oration (1926); en conséquence, les is fortement organisées sur le type mus- aspireront plus puissamment que les

autres; et elles aspireront les produits élaborés avec une puissance consécutive. Mais si ces parois ne sont pas fixées par les couches qu'elles recon-vrent. si elles forment une anse dans une cavité sous-jacente, la paroi vasculaire sera nécessairement douée de la propriété d'avancer vers la capacité du canal et de s'en éloigner alternative-ment, de se contracter et de se dilater; car une membrane qui attire, avance; une membrane qui repousse, recule; de là les mouvements de systole et de diastole, bien plus prononcés chez le cœur des animaux supérieurs que sur les veines et artères de petit calibre, mais dont on trouve des traces évidentes chez certains canaux vasculaires des insectes, qui n'offrent pas la moindre analogie de forme et de structure intime avec le cœur des animaux supérieurs; de là les pulsations artérielles, indices d'organes que parcourt un sang plus apte à la nutrition, laquelle n'a lieu que par aspiration et expiration.

3498. **TORSION ET LIGATURE DES ARTÈRES.** — Les chirurgiens modernes ont signalé l'immense avantage qu'offrait la torsion des artères sur la ligature, dans le but de prévenir les hémorragies. Rien n'est plus conforme à la théorie. On sait que le caoutchouc ne se soude intimement que par ses bords rafraîchis au ciseau. Nous avons reconnu la même propriété au gluten (1242); et le tissu des membranes est chimiquement identique avec l'albumine insoluble, qui elle-même est identique avec le gluten. Or la torsion qui suit une amputation met en contact, par ses bords fraîchement entaillés, la paroi du vaisseau que la ligature ne mettait en rapport qu'avec la surface vieillie de l'autre paroi; la soudure doit s'opérer plus vite et d'une manière plus complète par le premier procédé que par le second; l'un de ces procédés s'oppose dans tous les cas avec le plus grand succès aux hémorragies, que l'autre ne prévient pas toujours. Aussi, a-t-on constaté que le résultat de la torsion est d'autant plus heureux que le tissu de l'artère a été déchiré en plus de lambeaux et de lanières.

### § VIII. *Médecine légale.*

3499. En 1825, Lassaigne avait publié un travail destiné à faire distinguer les taches de sang des taches de rouille. En 1827, Orfila étendit cette idée, et entreprit de guider les chimistes experts appelés devant la loi pour reconnaître la nature et l'origine des taches que l'instruction est dans le cas de découvrir sur les armes et les vêtements

servant de pièces aux procès. Dans ce mémoire, l'auteur apprenait à distinguer une tache de sang, d'une tache de tritoxyle de fer, de la matière colorante de la cochenille, du bois de Brésil, du bois de Fernambouc et autres substances semblables; et sur l'indication des réactifs, l'auteur se faisait fort de reconnaître une tache de sang, alors même qu'elle n'aurait eu que le volume d'une tête d'épingle. Tel était alors l'esprit qui présidait aux recherches de chimie, et parlant à celles de médecine légale; aux yeux du chimiste, le sang était une unité et non un mélange; il avait des caractères *aut generis*, que l'on ne soupçonnait pas même pouvoir être la somme de tous les caractères des éléments, qui rentrent dans le mélange, et le chimiste était tellement assuré de l'infailibilité de sa méthode, qu'en l'absence de toutes les preuves d'une autre nature, et alors que la vie de l'accusé eût dépendu de la seule expertise légale, il n'aurait pas hésité à déclarer, en son âme et conscience, et en vertu de ses deux ou trois réactions chimiques, que la tête de l'accusé devait tomber. C'est une chose singulière que la manière dont la science, qui se montre si peu rassurée sur l'exactitude de ses résultats, dans le laboratoire et l'amphithéâtre, ou en présence d'un auditoire compétent, devient tout à coup hardie jusqu'à la témérité, tranchante jusqu'à l'outrance, dès qu'elle se trouve seule, en face de juges incapables de la contrôler, et d'un accusé qui n'entend pas son langage. Il n'est peut-être pas une des questions qu'elle traite, qui ne son ève les opinions les plus contradictoires, dès que le hasard l'amène à l'ordre du jour de la polémique médicale; et en face des tribunaux, on ne manque jamais de voir l'expert, même le plus inhabile, donner une solution, comme si elle était la seule, et prononcer un jugement comme un article de foi. Conséquence d'une législation qui a plutôt en vue la constatation d'un fait pour arriver à la punition d'un coupable, que la constatation d'un fait, pour arriver à prévenir de pareils délits, pour améliorer le coupable et l'amener à réparer ses torts envers la société. Du premier point de vue, la législation doit s'adjuger le privilège d'infailibilité, afin d'avoir toujours l'air d'être juste, et de se soustraire à l'odieux qui s'attache à de pareilles erreurs.

3500. L'expertise légale sembla sortir comme d'un rêve, le jour où nous osâmes opposer à ce système une ou deux idées fort simples, auxquelles elle n'avait jamais songé. Nous rappelâmes que le sang, n'étant pas une unité, mais un

mélange de substances, dont trouvaient très-répandues dans la vie, la chimie légale n'avait les moyens de distinguer le tritoxyle de fer, et les diverses plantes végétales; qu'il était le hasard, ou la malveillance dans le cas d'associer artificiellement la plus illusoire, les et inorganiques que la nature sang, lequel, d'après les émettions alors (\*), et qui aujourd'hui, n'est qu'une dissolution une portion d'albion sous forme globulaire, la même substance, enfin des terreux, et une matière colorée grands rapports avec les rouges de beaucoup de végétaux avec celle de la garance, mal pour nous sont l'analogue de Et en même temps pour joindre l'hypothèse, nous faisons passer savants, des taches artificielles, avec les réactifs indiqués son PREMIER MÉMOIRE, EXACTE tache de sang ordinaire; et étaient obtenues tout simplement du blanc d'œuf et de la que nous y avions plongé un sachet de toile. En effet, une substance, déposée sur un lingot, prenait en séchant tout de sang placée dans la même taches, mises en contact se indiqués dans le PREMIER MÉMOIRE, EXACTE et comportaient EXACTEMENT le sang ordinaire: Lorsqu'on le l'eau distillée, on voyait descendre au fond du vase rougeâtre (041); et une étanche ductile, en filaments, étranger qui en était ensang le vase, toute l'eau se colorait maque n'altérait pas cette verdissait et la rendait brun nitrique et sulfurique la décoment, et s'ils étaient concentrés d'essai ne fût pas très-étendu occasionnaient un précipité.

(\*) Voyez notre premier mémoire, n.º III, pag. 515 d'aujourd'hui, tom. IV et

on de noix de galle y produisait  
Si on exposait à l'action de la  
de verre, on voyait la tache  
umée ramenait au bleu le papier  
le. Enfin une goutte d'acide hy-  
centrée, appliquée sur la tache  
décolorait pas instantanément,  
t pas été lavée à l'eau; et si elle  
e ce n'était qu'au bout de dix à  
elon que la dose d'albumine, qui  
re colorante contre l'acide, était  
ande.

e d'Orfila à la main, et avant  
ertissement, il n'est pas un chi-  
cole d'alors qui n'eût prononcé  
nt la loi, que notre tache artifi-  
che de sang. Mais, disais-je, ce  
peu compliqué; il est obtenu  
ssez grossière; et combien d'au-  
on pas trouver dans la nature,  
ent encore des caractères plus  
de plantes à suc coloré qui n'ont  
d'une manière comparative! et  
supérieurs à celui-là ne parvien-  
tenir, si l'intérêt de la démon-  
le devoir de poursuivre ces  
? ne peut-il pas arriver tous les  
ance tombe par hasard dans de  
ée sur du linge ou la lame d'un  
fois ces deux substances se trou-  
r la même tablette! Dans com-  
rez-vous donc pas exposé à venir  
la vindicte publique, et à faire  
aidance de l'expertise contre la  
eux innocent!

les portèrent; car elles excitè-  
olent malgré leur modération.  
d'abord à la société philomathi-  
ute voix à Larrey, qui était pré-

*Il faut donner la publicité la  
la plus grande à ce travail.* Je  
ie certaine confiance à l'Acadé-  
; le secrétaire en donna lecture à  
: un accompagnement de grands  
ortait à chacune de nos phrases  
uand la lecture fut terminée, le  
mie légale s'écria, avec l'accent  
nte irritation que d'une convic-  
ème : *Tout ce que dit M. Ras-*  
*emière partie, est faux.* Pour  
uteur apporta à la séance sui-  
, où, amendant et corrigeant  
nière ses premières indications,  
OME II.

substituant les mots *rosé* au *blanc grisâtre*, *dé-*  
*coloré* au mot *à peu près incolore*, etc., l'auteur  
se réfutait encore plus lui-même que nous ne  
l'avions fait. Mais cependant il fallut bien conve-  
nir que, même avec toutes ces corrections, le  
premier mémoire à la main, les taches artificielles  
se comportaient comme les taches naturelles;  
force fut de trouver un nouveau réactif pour dis-  
tinguer les unes des autres. Vauquelin indiqua à  
Orfila ce réactif tant désiré, qui était que par  
l'ébullition le sang contractait une couleur bleu  
verdâtre, que ne contracte pas la tache artifi-  
cielle dans le même cas; dès ce moment l'auteur  
trionphant, par un petit stratagème fort excusa-  
ble, sans doute, dans sa position, mais que nous  
devions pourtant relever dans l'intérêt de la nôtre,  
opposait à notre réfutation un réactif que notre  
réfutation n'avait nullement rencontré dans le  
premier mémoire.

Nous lui répondîmes que nous n'avions eu à ré-  
futer que le premier travail, et qu'il était par trop  
adroit de nous accuser de n'avoir pas réfuté d'a-  
bord tout ce qu'Orfila serait dans le cas de publier  
par la suite; qu'il nous suffisait maintenant du  
témoignage d'Orfila lui-même, pour démontrer  
combien son premier travail était dans le cas  
d'induire en erreur la justice, puisque l'auteur  
avait oublié le seul cas difficile de la question, et,  
d'après lui, le réactif principal en cette matière.  
Nous avons eu donc raison de réfuter un sem-  
blable travail, et de fournir à l'auteur une occa-  
sion de réparer cette faute.

Cependant, ajoutons-nous, le second travail  
d'Orfila ne doit pas être le dernier; et nous venons  
encore lui fournir l'occasion d'en rédiger un  
troisième. Car d'abord, la couleur bleu verdâtre  
que le sang contracte par l'ébullition, n'est telle  
que par réflexion et sur de grandes quantités; par  
réfraction, le sang, même après une ébullition  
prolongée, conserve sa couleur rose. Mais com-  
ment constater ce caractère sur une tache de sang  
de l'épaisseur d'une membrane, ou bien, comme  
s'en contentait d'abord Orfila, grosse seulement  
du volume d'une tête d'épingle? Comment faire  
bouillir de pareilles taches, sans les étendre, et  
comment en voir la couleur bleu verdâtre, quand  
elles sont étendues? Cependant, afin de ne laisser  
en rien nos taches artificielles en arrière, nous  
annonçâmes que par l'ébullition elles contracte-  
raient la même couleur que le sang ordinaire, si  
on avait soin de déposer, dans l'albumine fraîche,  
un sel de fer d'un côté et un peu de tannin de  
l'autre, qui, en se rencontrant pendant l'ébulli-



tion, imprimèrent cette coloration à la dissolution de la tache artificielle. Enfin nous terminions en portant le défi de signaler une nouvelle réaction du sang, que nous ne fussions pas en état de reproduire dans nos taches artificielles. Jusqu'à ce jour ce défi est resté sans réponse.

5502 Mais tout ce a été imprimé dans le *Journal général de médecine*, mais rien de tout cela ne fut lu à l'*Académie de médecine*, on y écoutait la lecture des notes d'Orfila, le bureau avait ordre de supprimer la lecture de nos réponses. Orfila demanda qu'on nommât des juges pour décider la question; nous acceptâmes, mais à une condition, qui était que les juges fussent compétents et chimistes, et en aussi grand nombre que l'Académie en trouverait dans son sein; on se garda bien d'accepter la proposition; l'Académie voyait dans une question aussi grave, plutôt la position de son collègue Orfila, que la question elle-même. Le président nomma, pour faire un rapport, quatre juges seulement: Adelon, collègue d'Orfila à la Faculté, Delens, membre du conseil royal de l'instruction publique; Villermé, qui se trouvait, par la nature de ses recherches, en rapport avec l'autorité d'alors, et un autre membre placé à la Faculté sous la dépendance d'Orfila et des autres professeurs; et parmi ces quatre juges, sans doute fort impartiaux, pas un seul chimiste, pas un membre qui se fût une seule fois occupé de la question. Nous nous rendîmes pourtant à l'invitation, après avoir fait nos réserves, et nous convînmes de la méthode à suivre pour arriver à un résultat positif. On se procura un certain nombre de lames de verre, que l'on recouvrit les unes avec du sang de pigeon, et les autres avec mes taches artificielles. Elles portaient toutes un numéro d'ordre, qui était consigné sur une feuille indiquant celles qui appartenaient au système naturel, et celles qui appartenaient au système artificiel. Je restai dépositaire de ce papier, après y avoir fait apposer la signature de ces membres. Nous laissâmes sécher spontanément ou au feu les unes et les autres de ces taches; et l'on se donna rendez-vous pour la série d'essais. Dans ces essais, on devait prendre une tache quelconque, la soumettre à l'analyse, prononcer sur sa nature, et signer la décision, alors nous devions rechercher l'indication du numéro d'ordre, et voir si la tache était réellement une tache artificielle ou naturelle. Il est évident que pour que le mémoire d'Orfila fût en défaut, il suffisait qu'une seule fois il eût porté ces quatre juges à se méprendre; car, devant la loi, on n'y revient pas à deux fois; et si l'on s'apercevait d'une erreur, ce

ne serait certainement qu'après la loi aurait rendu les effets irréparables. Tout cela était, mais ces messieurs se raviseront, m'écrit-ils, ils ne pas vouloir le premier mémoire d'Orfila, vu qu'il avait été abandonné lui-même; en même temps ils constatent, dans leur rapport, que ce mémoire n'avait été abandonné que par suite de la lecture du suinterfuge plus curieux que l'admission du premier mémoire, voulant juger le nôtre qu'avec leur; concavez-vous? et ils ne jouter à notre premier mémoire, était propre à réfuter le second, s'écrièrent-ils, qu'on ne s'attache de sang de votre tache à démontrer que par l'ébullition, le sang nous cela sur votre tache, veux bien, répondais-je; mais dit cela qu'après coup; permis à la tache primitive ce que j'ai dit à l'auteur qui s'amendait; ou bien votre rapport votre manière de procéder à une question aussi sérieuse n'étaient pas venus pour la question, mais pour faire un paraissait fort avancé. Enfin, que, sans rien préjuger, les juges sent bien s'occuper des taches fabriquées dans la première série que je leur offris; ils la regardèrent aussi, et puis ils se regardèrent l'un d'eux eut dit: C'est une tache, les autres le dirent pareil. Nous eûmes recours au numéro précisément tout le contraire artificielle. « Comment? comme juges, eh! mais c'est vrai, mais fait assez d'attention, mais vous plus jaune sur les bords, la lée, etc. » Alors je cherchai, liste, le numéro d'ordre d'un choisis celle qui me semblait extérieurs qui dans la tache paru fixer plus spécialement messieurs, et je la soumis à l'analyse, ils la reconnurent pris au piège, ils la reconnurent tache artificielle, et prononcèrent qu'elle était naturelle, et différait aucunement. Je l'eus d'ordre qui indiquait la tache réelle. Dès ce moment

différences qui, disaient-ils, leur avaient avant cette indication. Cette comédie une bonne fortune pour la cause que je , si l'Académie entière avait pu se trouver. Mais je me hâtai de baisser le de partir ; j'écrivis à l'Académie ce que . On s'attend bien que la lettre ne fut pas le monde se lut, les juges et les parties ; et l'impression toutes les pièces du procès. changea de place, et fut transportée faire de la Faculté. Là, armé de deux erres à patte, remplis, l'un de ce que le r appelait *le sang de M. Raspail*, et *le sang de bœuf*, Orfila en démontrait la avec un accent dont son auditoire n'a perdu le souvenir. Nous continuâmes la que nous nous étions imposée, en lais- ôtée toutes les fiches de consolation que donnions à l'amour-propre offensé (\*) ; ndîmes du temps ce qu'il aurait été ab- : notre part, d'attendre des hommes de

us les fois qu'à cette époque nos savants coalisés se u défaut, ils ne manquaient pas d'avoir recours à périence de feu Vauquelin, pour intéresser d'une l'une autre le paisible vieillard dans la colère com- quelin savait beaucoup de choses ; il manipulait e dans le principe ; mais il manquait de l'art de les faits et de poursuivre une analogie ; aussi, de- mort de Fourcroy l'eut abandonné à lui-même, ses bèrent dans les faits de détail, et se déponillèrent du cachet que la philosophie du grand professeur rprimé jusqu'alors. Vivant sur l'immense réputation y lui avait laissée en héritage ; et ne trouvant plus i personne qui eût acquis le droit de le contrôler, ins ses travaux subséquents un abandon et un lais- s, que, le plus grand nombre de fois, il évaluait à l'œil et les poids à la pointe de la lame de son qu'ensuite il faisait concorder le calcul, en retrau- ne espèce de compromis, un chiffre à ce résultat n suivant. Aussi il n'est pas une seule analyse or- liée par ce vénérable vieillard qui nous ait jamais oindre confiance ; et l'expérience de chaque jour tre que nous ne nous étions pas trompé.

e circonstance, Vauquelin, obsédé par tant de gens us cette question, ne pouvait manquer de prendre l'infailibilité de la science que la justice invoque. s'on était en droit, dans tous les cas, de prononcer, ctifs, sur la nature des taches rouges. Nous nous ette phrase à ce sujet : « Il est fâcheux qu'un chi- respectable et aussi habile que M. Vauquelin ait ité de son nom à un semblable système d'investiga- sot fut répété, commenté par les intéressés ; et l'on eillard une lettre que les rédacteurs du *Journal de eale* insérèrent, et à laquelle nous répondîmes, en aut textuellement, dans le *Journal général de mé- igé* alors par Gendrin, qui depuis... mais alors... réponse, nous rappelions que la chimie commet de

l'époque ; et nous n'avons pas attendu longtemps ; il n'est pas aujourd'hui un bon esprit qui ne sente avec quelle réserve il faut traiter devant la loi de semblables matières. Quant aux experts, ils sont les mêmes qu'alors ; choisis par l'accusation ou par l'administration de la police judiciaire, ils sont inamovibles en quelque sorte comme l'auto- rité dont ils relèvent ; Orfila est doyen de ceux qui jugent ; il est juge de ceux qui enseignent ; membre du conseil royal de l'instruction publi- que, son livre est de droit universitaire. Cepen- dant son livre ne fait plus foi ; on décide bien en- core, avec une certaine assurance, devant la loi, que telle tache est ou n'est pas du sang ; mais l'expert a grand soin, avant tout, de prendre de bonnes informations auprès du juge d'instruction, et souvent même auprès de l'accusé, pour s'assu- rer, par une autre voie que la chimie, si l'accusé est vraiment coupable du délit ; et à l'incohérence et au laconisme de son rapport, on voit bien que pour décider de la nature d'une tache rouge, il a

trop fréquentes erreurs sur les questions qui sont soumises or- dinairement à ses investigations, pour qu'elle n'ait pas à dou- ter de son infailibilité, dans les questions plus solennelles et plus rares, où sa sentence est dans le cas de décider de la vie d'un accusé ; et nous citons un cas récent où, malgré toute son expérience, le doyen des experts devant la loi, avait déclaré avoir reconnu tous les caractères d'un vin de Maçon ordinaire, dans le contenu de trois bouteilles, que les renseignements de police démontrèrent être un mélange d'eau de puits et d'eau-de- vie de pomme de terre colorée avec de la myrtille ; le fraudeur avait même oublié de faire entrer le tartrate de potasse dans le mélange. Le fait ne fut pas nié ; mais la colère de la chimie médicale dépassa toutes les bornes ; elle en devint poétique, Comme monument du style et de l'urbanité de la polémique de ce temps-là, nous ne pouvons nous dispenser de transcrire textuellement un échantillon de la littérature chimique, que nous retrouvons dans le *Journal de chimie médicale* (tom. IV. pag. 255), journal rédigé alors par MM. Chevallier, Fée, Gui- bourt, Julia Fontenelle, Orfila, Payen, Gabriel Pelletan, Lassaigne, Ach. Richard, Robinet, Ségalas d'Etchepare. Voici le morceau dans sa portion la plus polie :

- « Le Nil a vu sur ses rivages
- » Le noir habitant des déserts
- » Insulter par des cris sauvages
- » L'astre éclatant de l'univers.

(LE FRANC DE POMPIGNAN.)

» Le Nil, c'est le *Journal général de médecine*, le noir habi-  
 » tant des déserts, c'est M. Raspail ; les cris sauvages sont un  
 » article de ce même M. Raspail, inséré dans le même journal,  
 » en réponse à une lettre de M. Vauquelin, publiée dans le  
 » *Journal de chimie médicale*, mai 1828. »

Il nous a fallu plus d'une année pour façonner ces braves gens à un autre genre de polémique ; et encore a-t-il été besoin que la plupart d'entre eux prennent des secrétaires, qui coûtent fort cher à l'État. Ce n'est pas la première fois que les nègres ont fini par humaniser les blancs.

eu beaucoup plus recours aux renseignements de la procédure qu'aux réactifs de la chimie (\*).

3503. Nous portons encore le défi de 1827 à MM. les experts; s'ils veulent obtenir une indemnité pour les frais d'expérience, et s'ils veulent soumettre les essais à des juges compétents choisis par chaque partie, nous nous faisons fort de tromper leurs réactifs plus d'une fois par séance, avec des laches que nous composerons, comme nous l'entendrons, avec des substances répandues dans le commerce; mais on prendra, contre les subtilfuges et les restrictions mentales, et contre le servilisme ou la vénalité des journaux de science, toutes les précautions convenables.

3504. Après que l'Académie de médecine eut protégé de son silence le membre intéressé dans la question, que le *Journal de chimie médicale* eut vengé son collaborateur, Barruel, expert assermenté devant la loi, et préparateur des cours d'Orfila, voulant à son tour défendre les principes de son professeur, rencherit sur la hardiesse du maître, et annonça que, sans autre réactif que son odorat, il se faisait fort de distinguer, devant la loi, le sang d'homme de celui des animaux, et de celui de la femme même. Le procédé était à la portée de tout le monde; il suffisait de verser de l'acide sulfurique concentré sur le sang soumis à l'expertise, et de flairer; à l'odeur seule que dégageait la présence de l'acide sulfurique, on devait distinguer à l'instant le sang de l'homme, celui de la femme, le sang du pigeon, le sang de bouc, et quelques autres sangs dont la liste n'était pas fort nombreuse.

3505. Véritablement, là, et sans personnalité aucune, quand on est forcé de réfuter sérieusement des enfantillages chimiques, au bout desquels se trouvent des conséquences si dangereuses, tenez, vraiment la rougeur monte au front, et la sueur coule en grosses larmes du visage. Conservez-vous bien l'état de la question? Un homme flairer devant la loi; et s'il déclare sentir mauvais, une tête tombe! Oh! chimistes civilisés, vous frémissez pourtant d'horreur, quand vous lisez, dans l'histoire des druides, que le prêtre cherchait à lire, à flairer dans les entrailles d'un animal immonde, la culpabilité ou l'innocence de l'accusé! Pardon, maintenant je vais être calme.

3506. Invoquer l'odorat comme un réactif, c'est faire appel à un organe dont les indications varient à l'infini, selon les individus et selon

même les dispositions de l'individu. peut réduire au silence l'organe le plus nez fétide peut altérer les odeurs suaves. Mais le sang d'un animal ne a toujours une odeur identique; il ne sent comme desséché, récemment tiré d'un exposé en masse liquide à l'air. Verser sulfurique sur du sang conserve deux jurent dans le laboratoire, il exhale a fétide et méconnaissable. Ensuite si e tombé préalablement sur des saletés, e sale, sur des vêtements malpropres, le chercherez à le dissoudre dans l'eau, sayer à l'acide sulfurique, ce réactif e la fois l'odeur du sang et celle de l'e l'emportera certainement sur la prome en altérera du tout au tout l'indicat tout cela, qui vous avertira d'avance, e en ferez vous la part? Du reste, avant cer, même en agissant sur du sang, le sang appartient à tel animal plutôt qu' il faudrait préalablement avoir déterminé manière précise les caractères odorant de tous les animaux qui vivent autour. Comment, en effet, décider que tel s'entient à l'homme, par cela senti qu'il n'a caractères du sang de quatre ou cinq ne peut-il pas se trouver un animal, quadrupèdes, les oiseaux, les reptiles, poissons, dont le sang se rapproche rapport, de celui de l'homme? On ne f de pareilles questions, on les étudie, on fondit. Et parmi les animaux dont produit que des taches du volume d'un pingle, vous avez oublié celui des l'homme est exposé à écraser le plus e ses vêtements et sur son linge celui de et de la punaise. Mais, ne nous contentez inductions, qui pourtant à elles sent suffi pour renverser tout cet échafaud les esprits le plus puissamment préve oppositions à l'auteur les expériences embarrassantes. Pressez un ling de t touffes de *satyrium hircinum*, qui dans les terrains humides et sablonneux vrons de Paris, puis tachez-le avec d man; lorsque vous essayerez ce sang sulfurique, l'odeur en sera celle du sang. Déposez du sang de mouton sur la che quelque temps par une femme l'ar de dégagera de ce sang l'odeur de la s femme. Sur un mouchoir de poche ou la lessive, déposez un peu de sang hu

(\*) Voyez ce que nous avons relevé des vaines des experts chimiques, auprès des accusés de la Force, dans le *Réformateur*, no 319, 23 août 1835.

entre la place d'un crachat, l'acide sulfurique dégagea souvent l'odeur de bouc, et l'odeur analogue à celle de tout autre sang de mouton rencontré, en tirant un linge, une seule trace d'excrément sulfurique en dégagea l'odeur du chien ou du cheval. Le sang du fiévreux avait la même odeur que celui du syphilitique du paysan que celui de l'homme de bien, sorte qu'à la faveur de cette malheureuse circonstance vous exposez à commettre devant les juges les plus graves, car elles sont comparables; à livrer au glaive de la justice la plus innocente, et à faire absoudre un coupable aux dépens de l'homme innocent au délit.

Pour couper court au subterfuge de la loi, nous distribuâmes cette réfutation (\*), nous défî chimique, aux juges et jurés une affaire capitale, dans laquelle il traitait comme expert sur la question qui se posait; Gay-Lussac était juré; il joignit sa voix, et le jugement qui condamna fut prononcé du moins uniquement sur des faits oculaires. Quelques mois plus tard, M. Chevreul réfuta en son nom le travail de M. Gay-Lussac; et nous pensons que l'auteur lui-même aujourd'hui a abandonné cette malheureuse erreur de la médecine légale.

Il ne faut pas perdre de vue que la loi inflige une peine contre le témoin qui s'expose sciemment à se tromper en erreur.

À l'instant où nous corrigions cette erreur, se faisait, à la cour d'assises, une affaire nouvelle sur les taches de sang. Elle nous parvint par le rapport de M. Chevreul, et nous la rapportons en abrégé dans l'emprunt au journal *le Droit*, du 2 février 1838. Un garçon jardinier avait assassiné son ancienne maîtresse, et l'avait congédié. La justice s'étant rendue dans son nouveau domicile, on saisit sous la couverture de son lit, un pantalon et des chemises qu'il avait jeté dans le grenier, et des cachés sous des outils de jardinage. Deux experts désignés comme experts ont cru reconnaître des taches de sang sur tous ces vêtements. Suivant eux, les deux linges sont imbibés de sang de femme, et ce sang n'est pas celui d'un homme. Voilà ce que porte l'accusation; mais les experts établissent la preuve. L'avocat général (d'Angers) et Devergie, docteurs

en médecine, sont entendus; ils avaient d'abord pensé que les taches blanches remarquées au pantalon provenaient d'un lavage au savon. L'accusé disait: — Je n'ai jamais savonné mon pantalon, car il n'y avait sur lui aucune tache de nature à exiger un lavage pareil; si mon pantalon est décoloré, cela vient de ce que j'arrose avec, et de ce que, lorsqu'il est boueux, je le passe dans l'eau de puits. — Les deux docteurs chargés d'examiner si l'allégation de l'accusé est vraisemblable, ont analysé l'eau de puits de la femme Béquereille: cette eau contient beaucoup de carbonate de chaux, et a pu causer la décoloration remarquée; de plus, les experts ont lavé sans savon des morceaux du pantalon, pris aux places qui n'étaient pas décolorées, et ces morceaux ont pris la même teinte que les endroits où l'on avait cru remarquer d'abord des taches de savon. Dès lors l'explication de l'accusé est vraisemblable.

Vous le voyez, dans leur rapport, ces messieurs affirment que des taches blanches remarquées au pantalon proviennent d'un lavage au savon. Dans leur déposition, ils ne trouvent plus de savon; et ils se mettent à analyser gravement l'eau de puits, comme si tous les puits des environs de Paris n'étaient pas alimentés par les mêmes eaux, et comme si l'eau de puits n'avait pas été analysée vingt fois avant eux; et chose étonnante! ces messieurs trouvent que l'eau d'un puits des terrains tertiaires parisiens renferme du carbonate de chaux! Je suis tant habitué aux bizarreries de la médecine légale que je m'attendais à apprendre que cette eau de puits ne renfermait pas de traces de calcaire. C'est fort heureux. Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins vrai que la médecine légale avait pris d'abord, pour du savon ou pour l'effet du savon, ce qui n'était que du calcaire ou l'effet du calcaire; et sans l'explication de l'accusé, elle ne se serait pas aperçue de son inconséquence. L'AVOCAT GÉNÉRAL reprend en ces termes:

« L'accusation suppose que Beauvais a fait disparaître la chemise qu'il portait le jour du crime, parce que cette chemise était ensanglantée. Eh bien! on l'a arrêté deux jours après le crime; sa chemise lui a été ôtée le lendemain; si elle est trop sale pour n'avoir été portée que trois jours, la charge qui s'élevait contre lui disparaît. Nous voudrions savoir l'opinion de MM. les docteurs à cet égard.

dans les *Annales des sciences d'observation*, t. II,

(\*\*) *Annales des sciences d'observation*, tom. II, p. 466, 1829.



« MM. Devergie et Olivier (d'Angers) examinent la chemise; l'un pense qu'elle a dû être portée plus de trois jours, l'autre huit jours au moins. »

Entre trois jours et huit jours, il y a encore quatre manières de répondre en médecine légale : êtes-vous pour quatre jours, pour cinq jours, pour six jours, pour sept jours ? la justice vous écouterait avec la même bienveillance; parlez, pourvu que vous soyez expert assermenté. Mais comment les deux experts ont-ils reconnu ce qu'ils affirment ? Est-ce au jour ? l'un s'est-il placé à un jour plus favorable que l'autre ? l'un a-t-il le sentiment de la couleur plus prononcé que l'autre ? Est-ce à l'odorat ? S'il s'agit d'odorat, ces deux messieurs doivent se récuser et céder la place à Barruel. Nous transcrivons :

« M. Barruel, chef des travaux chimiques à l'école de médecine de Paris, est entendu, et répond en ces termes aux demandes du président :

« D. Vous avez examiné des taches de sang qui se trouvent sur la couverture du lit de l'accusé ; quel a été le résultat de votre observation ? —

« R. J'ai, non pas la certitude, mais de fortes raisons de croire que ce sang est du sang de femme. Si le linge sur lequel je trouve le sang était propre et sans odeur (\*), je n'aurais aucun doute. Quand on a fait l'étude de son odorat, il est facile de reconnaître si le sang qu'on examine est de tel ou tel animal; le sexe est très-reconnaissable aussi, bien plus, je ne confondrais jamais du sang de brune avec du sang de blonde, du sang de rousse avec du sang de brune (\*\*). Il n'est personne de vous qui n'ait remarqué au bal quelle différence il existe entre l'odeur d'une femme et celle d'une autre (\*\*\*). Cependant, vu l'état de malpropreté de la couverture (\*\*\*\*), je craindrais de donner mon opinion comme ayant un caractère complet de certitude ; et pourtant, j'ai vu plus de deux mille sangs d'hommes, et jamais je ne les ai confondus avec du sang de femme.

« D. Ce sang pouvait-il provenir de menstrues ?

(\*) Dans le principe, Barruel n'avait nullement fait attention à cette circonstance. Il n'avait établi son système que sur du sang tiré fraîchement de la veine. Il ne commençait alors qu'une conséquence, aujourd'hui qu'il est avéré, il ne commence à douter, et elles sont graves.

(\*\*) Quand on lui aura dit d'aucun que le sang provient d'une saignée pratiquée sur une blonde ou sur une rousse.

(\*\*\*) Et il n'est personne qui n'ait remarqué que ces différences sont inégales, en sorte qu'il peut être pas trois

« — R. Impossible; le sang qui provient de la menstruation est parfaitement reconnaissable.

« D. Les diverses taches de sang sur la couverture étaient-elles d'une même époque ? — R. J'ai cru remarquer qu'elles étaient d'époques différentes.

« D. Vous avez examiné de petites taches sanglantes ? — R. Ces langes portent non de sang pur, mais d'un mélange de sang et d'eau.

« M<sup>e</sup> Laput. — Est-ce du sang de femme ?

« Le témoin. — C'est possible; mais ce ne serait pas du sang de garçon et non de femme (ques d'innocemment.) »

Oui, marques d'étonnement et de surprise, mais cela ne suffit pas, MM. les jurés, causez, vous avez pris en pitié la cause de l'accusé, vous avez rendu un verdict, parce que vous n'avez écouté que votre conscience et votre bon sens. Mais l'odorat de cet homme, que la loi vous a confié, vous auriez dû condamner l'accusé; car, vous l'avez entendu dire que l'odorat légal a cru flatter, était propre à une femme, et ce n'était pas un sang de femme. Grâce à vous d'avoir repoussé, à l'audience, les témoignages, un charlatanisme qui n'est qu'une insulte à la raison, une insulte à la justice. Mais, messieurs les jurés, qui vous a inspirés au moment où vous succédiez sur vos sièges ? qu'il ne soit pas fait servir l'heure de votre propre expérience, à éclairer de ceux qui jugeront après vous ? de tous vos vœux la réforme de la procédure pénale. Cette institution est en violation flagrante avec l'esprit de la loi pénale, avec l'institution du jury, le débat doit être contradictoire; le jour des mêmes privilèges que l'accusé réclame comme celle-ci, elle oppose à la charge aux témoins à charge, à la décharge aux témoins à charge.

femmes à sang odorante, qui offrent

(\*\*\*\*) La couverture de linge la plus propre que j'ai vue avait une odeur de sang, qui ne pouvait provenir que d'une femme. Le sang venait de la menstruation. Nous avons souvent vu l'accusé de la même odeur de sang communiquer à la femme, une odeur tout à fait masculine. L'odeur varie, selon que le linge a été porté pendant un jour ou deux, ou pendant plusieurs jours, qu'il est de toile ou de calicot.



l'opposer les témoins de son choix, et des témoignages, à celui des jurés entendus devant la loi ! Là cesse toute poursuite d'instruction nomme ses experts et poursuites ; c'est son droit ; mais il ne puisse contre-balancer la déposition des jurés sermentés, par la déposition des experts sous charge ; que l'expertise devienne, comme le sont les débats ; car il n'est fondé sur les règles invariables de la justice. Si vous accordez à l'accusé la libre défense, s'il a la faculté d'avoir un avocat, il doit avoir celle d'invoquer un expert qui peut fournir à son avocat un avis de défense, et tout ce qui peut servir de charge de l'accusation. L'avocat n'a rien à dire sur l'événement qui motive les poursuites : il invoque les témoins oculaires. L'avocat n'est pas chimiste, il déteste l'odorat aussi subtil que l'expert en accusation ; qu'il ait droit d'opposer à l'accusateur un chimiste protecteur, à l'accusateur un odorat négatif, aux raisons de l'accusateur présomptueux, les raisons d'un philosophe ; afin de rappeler, devant vous, l'homme qui, ayant le droit de dire en face de la loi, toute la vérité, vient profiter de votre bienveillance pour vous donner, comme la vérité, des versions conspuées aujourd'hui par les jurés. Que la chimie prête son appui à tester qu'un bloc de grès placé sur un homme fossile, cela ne saurait tarder à donner deux sous pour une absurdité qui ne coûte qu'une séance devant la loi, messieurs les jurés, si vous en frémissez, une absurdité plus cher ; et ensuite tout est fait pour la restitution possible.

pour la question légale ; voici maintenant la question chimique. Il existe, comme dans tout liquide de nature alcaline, des sels ammoniacaux, et surtout des sels hydrochlorates, etc. L'acide sulfurique s'empare des bases pour en former des sels, mais encore, par la haute température il élève le liquide, il détermine la formation d'une grande quantité de ces sels mélangés à l'albumine ou à l'huile animale à l'acide sulfurique lui-même ; il en résulte une odeur caractéristique, l'acide sulfurique, l'infini, selon les circonstances. Mais que l'acide hydrochlorique trans-

forme, en odeur caséique, l'odeur la plus fétide et la plus pernicieuse du gluten putréfié (1255), et nous aurons complété, par ce seul mot, la théorie de cette réaction, qui n'est rien moins que spéciale à l'acide sulfurique.

§ IX. *Examen critique des travaux académiques qui ont suivi la publication de la nouvelle théorie sur les globules du sang.*

3508. Qu'on ne s'attende pas à nous voir dépouiller, une à une, la foule des productions faciles ou de commande qui ont inondé la science depuis quelques années ; notre tâche serait aussi fastidieuse pour nous que pénible pour nos lecteurs. Le titre seul de ces écrits serait plus long que les nouveautés qu'ils renferment, et ces nouveautés ne vaudraient pas la peine d'une citation. Nos yeux se fatiguent, à ce chatoiement de tableaux synoptiques et de chiffres, qui ne représentent jamais les mêmes valeurs. Et puis, pourquoi étaler un luxe effrayant d'érudition, pour terminer par une phrase, qui réduit toutes ces idées au rôle de tout autant d'erreurs, commises pour ainsi dire sciemment et de complaisance. Laissant donc de côté, dans cette revue, les détails des assertions et les noms de la plupart des personnages, nous n'aurons en vue, en nous occupant d'un résultat bizarre ou complètement faux, que de fournir aux lecteurs les moyens d'en éviter de semblables. Du reste, les opinions que nous voyons chaque jour venir se heurter dans les académies et dans les journaux, ne sont presque que la reproduction d'opinions déjà tombées en désuétude dans les vieux auteurs, et que l'on vient successivement présenter à la haute sanction de nos sections de physiologie, lesquelles ne demandent pas mieux que d'encourager ces sortes de travaux, toutes les fois qu'ils sont dans le cas de ramener un peu d'incertitude, sur la simplicité des nouveaux résultats.

3509. La question des globules du sang a encombré de dissertations nos bibliothèques, depuis la découverte qu'en firent les premiers micrographes ; et longtemps la physiologie a attaché, à leur présence ou à leur absence, à leur structure et à leur coloration, une importance, d'où semblait dépendre le problème de la circulation elle-même. C'était alors le beau temps des productions faciles, et la physiologie en profitait largement.

1° Les observateurs admettaient tous, que les globules du même animal possèdent les mêmes



né ; car, disaient-ils , au sortir de la voit tourner sur eux-mêmes, décrire , puis osciller et se balancer dans le uns passant au-dessus ou au-dessous et puis revenant au même endroit. A , en fallait-il davantage pour voir uvements une merveille, et dans ces tout autant d'animaux élémentaires ? n'avaient pas été avertis encore que noyen d'étudier les phénomènes des s était de les comparer aux phéno- randes , et que ce qui se passait dans ent se reproduisait , avec les mêmes sur tous les corps inertes que charrie au , quand ce cours d'eau débouche par une ouverture dans un bassin ; entraînés par un tourbillon ne sau- s se mouvoir en vertu d'un mouve- r soit propre. Aujourd'hui nous avons moyen de reproduire, au microscope, nes si jolis et si trompeurs pour des e certaine trempe ; c'est de faire le porte-objet du microscope , par tube effilé à la lampe (1836), de l'eau globules intègres de fécule de pomme a croirait voir, à un grossissement ne armée innombrable de monades i décriraient en tous sens d'admirables Les globules du sang , au sortir d'un : se comportent pas autrement et ne pas par un autre mécanisme.

Les observateurs ont mille fois décidé des globules sur de simples effets de u'ils ne prenaient pas la peine d'éva- ombres que la réfraction dessine sur lobules, variant selon la puissance lu microscope , selon l'éloignement ient du porte-objet , selon le volume ue le diaphragme laisse parvenir au on enfin que le liquide , dans lequel le : , est plus ou moins dense, et plus ou : , c'est-à-dire selon que le globule u moins rapidement à se dissoudre ide ; on a décidé assez légèrement , : globule était tranchant sur le bord, : était bombé à la surface, tantôt que faces étaient concaves (car rien n'est paraître concave au microscope, que nvexe d'un corps transparent , exa- nsmission des rayons lumineux). Or, éthode d'observation , exposée dans *système* , a donné la clef de toutes es, il serait bon que les compilateurs . — TOME II.

se mêlassent un peu d'être observateurs , afin de ne plus s'imposer la tâche de recueillir , avec un égal respect , et les opinions des auteurs incompetents qui pullulent de nouveau dans la science , et les opinions des observateurs qui raisonnent et dé- montrent. La science ne doit plus tenir compte des absurdités qui ont précédé la découverte de la vérité ; agir autrement c'est se montrer ou in- capable ou de mauvaise foi ; ce n'est pas vouloir porter de la lumière dans une question , mais l'obscurcir et l'embrouiller exprès et par ordre.

3513. 4<sup>e</sup> J'arrive à un des caractères assignés au sang , qui prouve combien on se donnait peu la peine de varier les essais , et de raisonner les résultats des expériences ; je veux parler de la structure apparente des globules du sang. Nous avons vu à quoi tenait l'illusion qui avait offert un noyau, et un noyau coloré, dans le globule du sang humain et dans le globule de la grenouille. Cette opinion , aussi vieille que l'observation microscopique, est pourtant citée, dans nos livres classi- ques, comme appartenant en propre à Prévost et Dumas, auteurs qui ont eu le mérite de ne pas ajouter une erreur nouvelle aux anciennes erreurs Donné, à qui ses hautes fonctions ne laissent pas beaucoup de temps à consacrer à la démonstration de ses petits bouts de notes, a cherché à réfuter notre démonstration, sur l'illusion, qui fait paraître colorés en rouge les globules par eux-mêmes les plus incolores, et la Faculté qui compile sur ce point, comme sur tant d'autres, a adopté l'opinion de Donné presque le lendemain de la publication de la thèse de cet auteur. Nous avons dit que la matière colorante est suspendue dans le liquide sanguin , et que les globules incolores paraissent colorés en rouge , aperçus qu'ils sont à travers une nappe de matière colorante. L'expérience est peremptoire, lorsqu'on la fait sur le sang des ba- traciens. Nous avons dit que les globules de ba- traciens se redissolvent, ou s'étendent indéfiniment dans l'eau, dont on allonge le sang. L'auteur et la physiologie de la Faculté prétendent le contraire, et voici leur raison : ils avouent que lorsqu'on met de l'eau dans du sang humain liquide, observé au microscope, les globules deviennent de moins en moins apparents au milieu du liquide ; ils pâ- lissent et s'effacent pour ainsi dire, MAIS ON NE LES VOIT PAS SE DISSOUDRE , SE RÉDUIRE ET FORMER des stries, comme cela arrive ordinairement pour les corps vraiment solubles (\*). « Je ne puis, ajoute l'auteur, mieux faire comprendre ce qui se

(\*) Thèse de Donné sur les globules, pag 10, 1830.

passé, dans ce cas, qu'en disant qu'on voit ces globules disparaître aux yeux, comme une lumière qui s'éloigne peu à peu dans l'obscurité, elle s'affaiblit d'abord, les yeux ont peine à la suivre, et bientôt on la perd de vue. » Relisez bien cette démonstration, et puis demandez-vous, si vous avez compris la différence entre la solution et la disparition dans l'eau. En admettant que l'auteur ait vraiment saisi le joint, qui sépare ces deux caractères, il aurait dû du moins nous donner la clef de l'énigme. Comment un corps disparaît à la vue sans changer de place, et il ne se dissout pas ? C'est curieux. Mais ce corps, en disparaissant, ne produit pas de stries, dites-vous ? Sans doute, si rien ne s'agite autour de lui ; car il serait bon, avant de parler de stries, de s'être fait au moins une idée de la cause de ce phénomène d'optique. Les stries ne sont produites que par une substance qui chemine à travers une substance d'un pouvoir réfringent différente d'elle. Placez un morceau de sucre à la surface de l'eau pure, vous verrez descendre des stries vers le fond du vase. Mais déposez votre morceau de sucre dans le fond du vase, et le morceau de sucre disparaîtra à la longue, sans vous offrir la moindre strie, tant que vous n'agiterez pas l'eau. Déposez, sur l'eau du porte-objet du microscope, un morceau de sucre, il y disparaîtra peu à peu sans vous offrir la moindre strie, si vous avez soin de ne pas agiter le liquide ; mais s'il y disparaît vous serez autorisé à décider qu'il n'y est dissous. En effet, un corps qui ne change pas de place, ne saurait disparaître dans un liquide, qu'en se dissolvant, vu qu'il ne saurait disparaître qu'en confondant son indice de réfraction avec celui du liquide, et que ce résultat ne saurait avoir lieu sans une association intime des deux substances. L'explication, donnée par l'auteur, dénotait donc une parfaite ignorance des phénomènes qui caractérisent la solubilité. « Mais, ajoute-t-il, pour m'assurer que, par cette disparition, les globules ne s'étaient pas dissous, je laissai évaporer, sur une lame de verre, du sang mêlé à l'eau, que je venais d'observer ; il ne resta bientôt qu'une espèce de vernis transparent et entouré d'un cercle rougeâtre, dans lequel je ne pus distinguer au microscope aucune apparence de globule. C'était à la lumière solaire que j'avais jusqu'alors fait mes expériences ; en y substituant celle d'une lampe ou simplement d'une bougie, j'aperçus bientôt des petits corps ronds, très-transparents, semblables à une pellicule collée à la surface du verre, et dès lors, je pensai que ce n'était autre chose que les globules du sang. » C'est encore ici,

n'en déplaise au pouvoir et à la preuve que l'auteur n'avait certainement médité les principes d'observation qui, cependant aujourd'hui servent de règle à qui observe. En effet, le sang étant albumineux charriant des globules, on doit distinguer ceux-ci que tant que le sang est liquide et ils doivent être d'autant plus visibles que le sang est plus étendu d'eau, vu que le pouvoir réfringent des globules est alors plus grand que le pouvoir réfringent du liquide. Mais à mesure que l'eau du sang s'évapore, le pouvoir réfringent du liquide se rapproche de plus en plus de celui des globules ; et lorsque la dessiccation est complète, on ne doit plus distinguer un seul globule, que chacun d'eux est enclassé dans une même densité que lui ; que si, en cherchant à les découvrir dans cette circonstance, vous arrivez de prendre pour les globules primitifs, toutes les bosselures de la surface, les globules que vous signalez ne pouvaient être les globules tels qu'on les observe dans le sang liquide ; cette expérience ne signifie rien.

Mais l'auteur tâche de la corroborer par une autre. « En observant du sang humain au microscope, pendant plus de cinquante fois son poids d'eau, lequel il m'était impossible de voir dans la lumière du jour, je reconnus tous ces globules à la faveur d'une lampe et d'un fort microscope, même après douze heures de dessiccation. » Ceci est absurde, j'en demande pardon à la puissance occulte de la France. Si, vraiment, il y aurait par trop de bon à réfuter, d'un ton respectueux, de pareilles assertions. Car, pour établir ce fait incontestable, l'idée que nous devons avoir de la précipitation des éléments du sang, nous a dû avoir en soin de prendre exactement les mêmes globules observés avant et après la dessiccation ; on aurait ainsi, du moins, une apparence de raison à assurer que c'étaient les mêmes. Mais l'albumine liquide ne se précipite pas, sans changer de place, pour l'observateur, elle tend de plus en plus à précipiter à son tour ; et quand le précipité se forme, il affecte la forme globulaire ; qu'au bout de douze heures, les globules qui ont été observés, les globules qui auront sous les yeux pourront bien être une nouvelle précipitation albumineuse, qui aura suivi la dissolution des anciens globules dans l'eau. Que si, après douze heures de dessiccation, on vient à verser de l'eau, on verra venir encore à étendre l'albumine ; ce serait fort possible que ces globules

redissolvissent en partie dans l'eau. environ de sang humain, dit l'auteur, de quinze à vingt fois son volume tillée, aussitôt après sa sortie de la sé en contact avec elle pendant plusieurs jours, fut filtré sans résidu. Il resta sur le filtre une matière possédant toutes les propriétés de la fibrine, et une quantité sur une lame de verre, un peu d'eau, me présenta une infinité de globules blancs et transparents. Nous avons suffisamment expliqué cette matière nous occupant de l'albumine. L'auteur avait attention qu'en agitant le sang sans le fouetter, on ne laisse pas que ne grande quantité d'albumine. Ces globules s'arrêtant sur le filtre, y prennent la fibrine (1501). Or un coagulum albumineux observé au microscope, paraît pavé de toutes les dimensions et de toutes les formes. Quant aux globules de la grenouille, l'auteur n'a pas vus se dissoudre, en les observant à l'aide du porte-objet, car il les a vus se dissoudre dans le liquide. » Sans doute, ces globules ne se dissolvent pas à ceux qui passent ; et ce n'est pas ainsi qu'un auteur y prend pour assurer une circonstance depuis le commencement jusqu'à la fin, placez du sang de grenouille dans l'eau d'un verre de montre, observez la lame de verre, pour prévenir l'écoulement, fixez un globule qui ne change pas de position pendant un temps à autre l'observer, en prenant des mesures exactes ; vous constaterez le premier fait, que le globule augmente de volume ; bientôt se forme un coagulum opaque dans le centre d'une goutte (3448), ou près du bord même ; le coagulum devient lui-même de plus en plus opaque, et enfin le globule entier a fini à la fin paraître à la vue. Or il est évident que l'histoire d'un seul globule n'est pas l'histoire de tous les autres. Mais si, en fait de recherches, l'auteur observe les globules du sang se dissolvent dans l'eau et dans les alcalis, dans l'acide chlorhydrique ; ce qui le force à nous dire qu'ils sont formés de *fibrine*. En vérité ! comment comprendre quelque chose de la théorie officielle, classique et universelle démontrons que la fibrine est précipitée ; d'un autre côté, nous éta-

blissons que les globules sont de l'albumine précipitée sous forme globulaire. L'université arrive avec ses quatre massiers, pour nous prouver que nous nous trompons, et pour cela elle tire la conséquence de nos deux prémisses ; la logique universitaire est de cette force-là. Puis, après avoir fait un pas en avant sur le terrain des concessions, elle en fait de suite une centaine en arrière, sur le terrain du roman et de l'imagination ; elle jette tout à coup de côté et raisonnement et microscope ; tout cela ne lui va pas ; l'expérience est un cercle vicieux qui amène, malgré soi, au point que l'on voudrait effacer au prix de l'or ; à bas l'expérience ! Et sans l'expérience et sans la moindre raison, l'auguste mère (*alma mater universitas*) permet qu'on apprenne aux élèves l'aphorisme suivant, qu'elle souligne exprès (\*) : « Les globules du sang sont pour moi des petits corps de formes lenticulaires, composés d'un tissu, d'un canevas, si je puis dire ainsi, de fibrine, dans les mailles duquel de l'albumine et de la matière colorante sont déposées. Chacun d'eux est un corps vitré, moins la matière colorante. Considérés de cette manière, on conçoit comment il se fait que les globules disparaissent quand on les met dans l'eau ; celle-ci dissout l'albumine et la matière colorante qu'elle entraîne, et il ne reste plus que le tissu de la fibrine, que l'on n'aperçoit plus au milieu du liquide, tant à cause de la matière colorante, qui se répand uniformément et qui le cache, que parce que sa puissance réfringente diffère sans doute fort peu de celle de l'eau. C'est pour cela qu'ils reparaisent aux yeux, lorsque la matière colorante s'est écoulée sur les bords de la lame de verre, et qu'on observe avec soin dans des circonstances convenables avec un bon instrument. » Il n'y a pas, dans ce tissu de phrases, une seule période qui ne dénote une irréflexion. L'auteur a-t-il vu le canevas ? Non, il le suppose. A-t-il vu l'albumine sortir du canevas ? Non, et d'après ses principes d'observation, il devait être impossible d'admettre qu'elle sorte, puisqu'il ne se forme pas de stries visibles. L'auteur a-t-il vu la matière colorante sortir ? Non, encore. Et cependant, si une matière colorante s'échappait à travers les mailles du tissu, il devrait se produire dans l'eau des stries rougeâtres. Mais si le tissu, ou le canevas de fibrine, se vide dans l'eau, de son albumine et de la matière colorante, pourquoi ne s'en vide-t-il pas dans le sang ? Mais si le canevas

(\*) Loc. citat., pag. 13. Voyez *Physiologie de la Faculté*.



se parait qui permet de le comprimer; il l'enferme dans un linge à tissu serré et l'y comprime de manière à faire écouler, avec l'alcool de lavage, toute l'eau primitivement contenue dans le sang. Le résidu, de couleur brune, est détaché du linge, lavé et traité par l'alcool bouillant, avec le soin d'écouler légèrement les dernières liqueurs jusqu'à ce que l'alcool cesse de se colorer. De là, 1<sup>o</sup> un abondant résidu blanc. 2<sup>o</sup> des solutions alcooliques acides d'un brun rougeâtre, chargées, entre autres substances, du principe colorant rouge. On filtre après le refroidissement; on sature par l'ammoniaque, qui occasionne dans le liquide filtré un nouveau précipité (5471); le résidu est essentiellement formé de matière colorante, de matières salines, extractives et grasses; on l'épuise, par l'eau, par l'alcool et l'éther, de toutes ses parties solubles dans ces trois véhicules; on reprend par l'alcool contenant 5 pour 100 environ d'ammoniaque pure; on filtre pour la troisième fois. L'on distille ou l'on évapore les solutions, et le nouveau résidu, lavé à l'eau distillée, puis séché, est, aux yeux de l'auteur, la matière colorante pure. Pure sans doute de tout ce qu'on lui a enlevé, mais certainement plus altérée et plus impure d'autant, qu'elle n'est dans le sang, à l'état de vie. L'auteur a substitué l'acide sulfurique à l'acide hydrochlorique, pour répondre à l'objection que nous ne cessons d'opposer à tous ces procédés. Il a pensé que l'acide sulfurique rendrait l'albumine moins soluble dans l'alcool et dans l'eau bouillante, que ne le fait l'acide hydrochlorique. L'auteur est dans l'erreur, et l'acide sulfurique ne le sauve nullement des désagréments de l'acide hydrochlorique; seulement il introduit, dans la matière colorante, plus de sels insolubles que ne le fait ce dernier réactif.

5523. Les procédés analytiques de ce genre étaient sans doute dignes d'excuse du temps de Vauquelin; mais aujourd'hui ils méritent moins d'indulgence, et ils n'oseraient pas certainement se reproduire dans les journaux scientifiques, si nos sociétés savantes n'avaient pas été instituées pour conserver toutes les vieilles méthodes, fussent-elles les plus fausses méthodes, et s'opposer aux innovations, par cela seul qu'elles sont introduites dans la science par des hommes indépen-

dants. De l'essence de ces divers pouvoirs ont façonné toutes les servitudes, il résulte l'enseignement universitaire, fatras de contradictions, de contes est forcé de traiter comme le digne d'une réfutation sérieuse, mais que la publicité hebdomadaire académique est fatiguée de que vraiment nous ne pouvons un sentiment indéfinissable. A voir comment on se rue depuis quelque temps, on dirait une prime aux embrouilles; pardonnez-nous cet aveu, que les formes parlementaires académiques; il faut savoir remuer si souvent la plume des phrases, sur chaque tenté d'arrêter l'auteur, et de cer ses expériences une bon-

Cessez donc de publier, soyez sûrs de vos résultats de l'œuvre; pourquoi autrement ne de ce que nous vous réfutons, tard, on vous voit vous ré-

5524. La matière colorante accessoire; elle est analogue colorantes végétales et animales aura expliqué une seule les at. Ces sortes de combinaisons, propriété de se dissoudre facilement albumineux, et principalement nous semblent être des équilibres minéraux, ou des combinaisons qui est, en ce cas, le succès. Le seul moyen de le découvrir de toutes pièces, et tout nous associant le caractère minéral et traitant le tout par les sels. sang, on arrivera à reproduire avec tous ses caractères. ce moment combien il était isoler la matière colorante de passer par une foule de réactions est de nature à changer toute son existence.

(\*) Après le flux des impressions hebdomadaires, est assés celui des comparaisons hostiles, espères de nous rendre compte, ou le vice n'est dans un sens, le vieilles ou l'actualité, nous nous en sommes avec les mêmes règles, et l'opposition avec bien plus de facilité. Les productions faites aux revues, devraient en moins avoir le mérite de respecter les textes.

et pourrait être le mérite qu'on nous pense pas que le bon est à la fois, nous ne pouvons pas en faire la possibilité de nous en faire la traversée fidèle que le texte est en.

deste thèse, le caractère du canevas. un auteur, encore plus officiel que : trouver que les globules du sang, obules du lait (3360), ne sont que permanents (2064) de certains végétaux que la nature condamne à n'éclore sous les auspices de la mort et au sortir du tombeau ! Huit jours après un autre a découvert en 1837 que les globules sont incolores (3451); huit jours plus tard même réclame la priorité de la découverte un quatrième annonce avoir vu des globules et des globules blancs.

Il faut mieux amortir la presse scientifique, que nos savants libéraux enflamment, sous le palladium de leur liberté, de pareilles révélations hebdomadaires, messieurs ! changez d'idée tous les jours, puisque tel est votre bon plaisir ; mais, nous désespérons désormais de vous suivre dans ces régions mouvantes ; vous perdrait trop de temps à reprendre le fil et le temps nous presse. Où pourraient être les traits de nos personnalités ? envenimez-vous êtes de semblables nuages, nos idées et frapperaient l'air en nous fatiguant ; rêvez, heureux croyants ; il est des jours où la fortune ne vient qu'en dormant. Ne rêvez chimiques.

*La critique des analyses chimiques du sang, qui ont suivi la publication de la nouvelle théorie.*

Il faut de mettre un certain ordre dans les nombreux travaux qui ont introduit dans la science le plus inextricable désordre, nous en donnons les détails de notre réfutation sous des rubriques, disposées de manière que l'on puisse préparer celle qui suit.

**FIBRINE.** — Qu'Hewson ait cru entreprendre l'acte de la coagulation, les globules se mettent bout à bout pour former la fibrine, cela cesse de nous frapper, en nous souvenant que l'auteur a déposé cette idée dans ses papiers, et qu'elle ne se trouve que dans ses papiers posthumes. Qu'Home ait fait à sa façon, et ait bâti, sur cette théorie de la formation des tissus, cela nous importe encore moins ; Home ne se faisait pas à émettre et de copier les plus étranges théories, et de se faire une position sociale et académique par le moyen d'un passe-port à ces malencontreuses

conceptions ; il était cité à profusion au même titre que la plupart de nos honorables. Que Prevost et Dumas aient inondé nos livres classiques de l'opinion posthume de Hewson, qu'ils aient fait adopter par nos académies la pensée qu'en pesant la fibrine, on pesait les globules du sang, et qu'en obtenant le volume de la fibrine d'un côté et en mesurant de l'autre le volume d'un globule, le calcul était en état de donner le nombre de tous les globules répandus dans une masse de sang ; cela nous paraît aussi digne d'excuse de la part des auteurs que de la part des fauteurs de ces idées ; nous étions alors à une époque qui menaçait de revenir, et où, pour faire passer une idée de ce genre, il suffisait d'employer un certain genre de protection. Mais que, de 1830 à 1831, alors qu'on était averti du vice du raisonnement sur lequel se fondaient de si belles choses, on ait amplifié encore le sophisme ; qu'on ait cherché à compter sans voir, à obtenir avec une scrupuleuse exactitude le poids d'une simple hypothèse ; voilà ce que nous ne serions en état d'expliquer qu'avec des réticences qui ne pourraient que nuire au succès de l'explication. Réfutons, comme si la chose était sérieuse, et surtout comme si elle en valait la peine.

3518. Que la masse des globules se trouve dans le caillot, et partant dans la substance insoluble que l'on est convenu d'appeler fibrine, c'est un fait qu'on ne saurait manquer d'admettre, si l'on se rappelle ce que nous avons dit de la clarification et des effets immédiats de la coagulation dans un mélange (3188) ; mais il est évident aussi, d'un côté, que les globules que charriait le sang ne se trouvent pas tous dans le caillot ; car on en observe un nombre assez considérable dans le *sérum* ; et, d'un autre côté, que le caillot ne se compose pas uniquement de globules. En effet, le sang renferme, outre les globules insolubles dans ce liquide à l'état de vie, de l'albumine dissoute en grande quantité, ce qu'on peut très-bien observer au microscope, en attaquant la gouttelette sanguine par un réactif coagulant, par l'alcool, ou par un acide. On voit, en effet, un magma membraneux se former instantanément, envelopper les globules en désordre, et offrir tous les caractères de l'albumine soluble de l'œuf, que l'on coagule de la même façon. Or, lorsque le sang arrive au contact de l'air, et qu'on l'agite dans une atmosphère imprégnée d'acide carbonique et des produits de la respiration carbonique du manipulateur, l'albumine soluble dans le liquide sanguin, à la faveur d'un menstrue alcalin, doit nécessairement se coaguler par la saturation de

de même mesure. Partant la théorie se joint à l'observation directe pour établir, de la manière la plus péremptoire, que tout n'est pas globule dans le caillot que le chimiste pèse avec le plus grand soin; et c'est à nos yeux le comble du ridicule dogmatique que de venir dire sérieusement aux lecteurs d'aujourd'hui, sur la foi d'une simple pesée à nos grossières balances, que le sang de l'homme renferme, sur 1000 parties, 150 globules, avec une fraction de globule équivalant à 0,8453; que le sang d'un individu de quarante-cinq ans en renferme, sur 1000 parties, 132, avec une fraction de 0,820; que celui d'un individu de vingt-six ans en renferme 128, avec une fraction de globule équivalant à 0,670; que le sang d'un individu de trente-six ans en renferme 141, avec  $\frac{1}{290}$  de globule; celui d'un individu de trente-deux ans en renferme 150, avec  $\frac{1}{479}$  de globule, etc., etc. Et il est affligeant de voir nos livres se hérissier de tableaux, où figure une pareille valeur, avec des variations et une discordance, qui menacent de nous donner des volumes *in folio* à dépouiller, ou plutôt à mettre au feu.

3519. Les auteurs qui prennent soin d'évaluer le nombre de ces globules sont loin de s'accorder sur les procédés de manipulation. L'un sépare le caillot du sérum aussi exactement qu'il est possible; il le lave dans un linge jusqu'à ce qu'il soit décoloré. D'après lui, les globules qui sont essentiellement colorés en rouge passent à travers le linge, et se trouvent tous dans les eaux du lavage une fois que le caillot est décoloré; il chauffe alors à 70°, recueille le coagulum formé par l'élévation de température; ce coagulum ou précipité représente pour lui la totalité des globules. Et malheureusement pour l'auteur, c'est là que doit se trouver le plus petit nombre de globules, dont la majeure partie est restée dans le caillot, renfermé avec grand soin dans un linge. On le voit, tout cet échafaudage est bâti sur une hypothèse qui attribue exclusivement la matière colorante aux globules; en sorte que le chimiste croit reconnaître leur présence à la coloration. Mais si, comme il est facile de s'en assurer au microscope, les vrais globules, ceux que charriait le sang, et non pas ceux qui se forment à l'air, et peuvent, en se coagulant, emprisonner de la matière colorante; si, dis-je, les vrais globules sont incolores, tout cet échafaudage croule à la fois.

3520. Prévost et Dumas s'y prenaient autrement pour peser en masse ces globules impondérables en détail; et Thénard, dans sa dernière édition,

qui date pourtant de 1836, tome V, continue à transcrire la phrase stérée toutes les éditions précédentes: « Le » déré de cette manière, fournit d'aut » dont le plus important consiste dans l » pondérale des globules, comparé » celle du sérum, dans lequel il se » suspension. Admettons, en effet, co » leur classique, que le caillot qui se » moment de la coagulation du sang » gné de sérum, ainsi que le serait » qu'on plongerait dans le liquide, il » facile d'obtenir le rapport exact de » ces deux matières. On aura d'un côté

Sérum formé d'eau et de matières  
Caillot formé de globules et de sé

» En desséchant le sérum, on aura » de l'eau et des matières solides qu'il » » En desséchant le caillot, on en » quantité d'eau qu'il contenait; et si » existe à l'état de sérum, il faudra dé » poids du caillot sec, la quantité » solides qui aura été abandonnée par » ce qui sera facile. Cette soustraction » poids restant sera celui des globules, » sant l'eau du sérum et l'eau du caill » la quantité totale de l'eau contenue d » Enfin les matières solides du sérum » celles qu'on aura calculées pour le sé » dans le caillot, formeront la totalité » cipes solubles dans le sang. » Voilà sans programme bien arrangé sur le papier; ce qui le dérange: 1<sup>o</sup> vous n'attribuez qu le chiffre des matières solides qui s'isol cinération. Mais est-ce que l'albumine ne renferment pas aussi des matières s si le caillot, tout composé qu'il soit d d'après vous, est cependant libre de part de matières solides que votre rat attribue d'un trait de plume au sérum ment. 2<sup>o</sup> Qui vous a dit que le sérum n pas de globules? L'avez-vous constaté vation? Non sans doute; vous le supposez encore que le caillot n'est fait de substances organiques, que d laissant de côté l'albumine soluble d vivant, et qui se coagule à l'air au sort seaux, et les sels ammoniacaux et les t organique qui l'imprègnent et que l'é élimine également. En conséquence, tout tuit dans vos hypothèses, tout est fau résultats; et il serait temps que la scient laire débarrassât enfin l'enseignement

les chiffres se groupent avec la régularité et de précision que dans finances, mais ne sont en définitive jifs que dans un budget.

**MATÈRE COLORANTE DU SANG.** — Nous (8) que la chimie ne saurait définir ce par matière colorante du sang; que la recherche par tel procédé, et tel procédé tout contraire; que pour arme du fer en abondance, et pour en offre pas même de traces; qu'aux elle est rouge, aux yeux de l'autre ou d'une couleur moins foncée. Il pareil état d'incertitude et d'insuccèrait une certaine réserve dans les ainales; car, en général, on évite de u'on ne connaît pas. La chimie an-de autrement; elle commence par om, sauf ensuite à trouver plus tard à changer le nom, si la chose ne se est le drapeau par lequel l'aventurier, a boussole, prend possession d'une croit pas marquée sur sa carte, et qui tard être le rivage de son pays natal. npose à cette inconnue le nom d'*hé-hématine*, bien plus joli sans doute *sanguine* ou *sanguinosine*, qui est la traduction la plus exacte. Mais lte matière colorante avait pris les e *soohématine* (ou *sang animal*, des animaux aient un sang privé de ante); 2° de *hémochroïne* ou *hé-* (ou matière colorante du sang); *hænodine*. Mais comme nous flmes la substance revêtue de ces jolis noms mélange d'albumine plus ou moins de matière colorante plus ou moins llut nécessairement, en vertu des ipes de nomenclature, inventer un ; et en laissant le nom d'*hématosine* gnalé, Lecanu désigna, sous le nom , la matière colorante qu'il admet e l'albumine dans l'*hématosine*; plus isenti à retirer de la science le nom , et à conserver à la place, par une gation, le nom imposé primitivement à la matière colorante du sang. Tout e-ménage philologique ne serait que e la question, si la *globuline*, en re- om d'*hématosine*, avait revêtu un n peu moins équivoque qu'aupara-moins il nous était permis de croire dé propre à obtenir cette matière

colorante du sang est plus heureux que tous ceux qui l'ont précédé dans la science. Mais il suffit d'en lire l'exposé, afin de se convaincre que c'est un des pires que nous trouvions dans les livres, car c'est le plus compliqué, et celui qui fait passer le produit par le plus grand nombre de réactions susceptibles d'en altérer la nature. « Pour se procurer l'*ex-globuline*, l'auteur versait, dans du sang de bœuf, battu et préalablement étendu de 4 à 5 fois son poids d'eau, un très-léger excès de sous-acétate de plomb, filtrait la liqueur, y ajoutait du sulfate de soude qui précipitait l'excès de plomb, abandonnait le mélange à lui-même pendant quelques heures, afin de laisser opérer le dépôt du sulfate de plomb formé, filtrait de nouveau, et obtenait ainsi une liqueur d'un très-beau rouge, retenant toute la matière colorante, et ne contenant que peu d'albumine. Par une solution-suffisante d'acide chlorhydrique, il en séparait ensuite ces deux substances à l'état d'hydrochlorate et sous forme de flocons bruns, lesquels étaient recueillis sur un linge, exprimés fortement, bien séchés au bain-marie, et traités à plusieurs reprises par l'alcool bouillant; après quoi la liqueur alcoolique était mêlée avec quelques gouttes d'ammoniaque, qui la troublait, la faisait passer du brun au rose, et en précipitait la matière colorante pure, sous forme de flocons rouges, qu'on lavait à l'eau bouillante et que l'on séchait. Dans cet état, le produit se distinguait par une couleur rouge de sang à l'état humide et d'un brun rouge à l'état sec, par la grande quantité de fer qu'il renfermait, par sa solubilité dans les alcalis et dans les acides, et, surtout! par sa propriété de former avec l'acide hydrochlorique un composé soluble dans l'alcool.

Or il est facile de démontrer que ce produit est encore un mélange intime d'albumine et de matière colorante. En effet, l'albumine est rendue soluble dans l'alcool et dans l'eau bouillante par la dissolution d'un acide, et principalement par l'acide hydrochlorique étendu (1534); et il est constant que l'acétate de plomb ne précipite jamais qu'une certaine quantité d'albumine.

3522. Plus tard, l'auteur a modifié ce procédé; aujourd'hui, « pour obtenir son hématosine, il verse goutte à goutte, dans du sang privé de fibrine, et de préférence dans du sang d'homme, avec lequel l'expérience réussit le mieux, de l'acide sulfurique, jusqu'à ce que le mélange que l'addition de l'acide colore en brun se prenne en masse. Il délaye le magma formé, par l'alcool, uniquement destiné à lui faire éprouver une sorte



de retrait qui permette de le comprimer : il l'enferme dans un linge à tissu serré et l'y comprime de manière à faire écouler, avec l'alcool de lavage, toute l'eau primitivement contenue dans le sang. Le résidu, de couleur brune, est détaché du linge, divisé et traité par l'alcool bouillant, avec le soin d'aciduler légèrement les dernières liqueurs jusqu'à ce que l'alcool cesse de se colorer. De là, 1° un abondant résidu blanc, 2° des solutions alcooliques acides d'un brun rougeâtre, chargées, entre autres substances, du principe colorant rouge. On filtre après le refroidissement ; on sature par l'ammoniaque, qui occasionne dans le liquide filtré un nouveau précipité (3473) ; le résidu est essentiellement formé de matière colorante, de matières saines, extractives et grasses ; on l'épuise, par l'eau, par l'alcool et l'éther, de toutes ses parties solubles dans ces trois véhicules ; on reprend par l'alcool contenant 5 pour 100 environ d'ammoniaque pure ; on filtre pour la troisième fois, l'on distille ou l'on évapore les solutions, et le nouveau résidu, lavé à l'eau distillée, puis séché, est, aux yeux de l'auteur, la matière colorante pure. « Pure sans doute de tout ce qu'on lui a enlevé, mais certainement plus altérée et plus impure d'autant, qu'elle n'est dans le sang, à l'état de vie. L'auteur a substitué l'acide sulfurique à l'acide hydrochlorique, pour répondre à l'objection que nous ne cessons d'opposer à tous ces procédés. Il a pensé que l'acide sulfurique rendrait l'albumine moins soluble dans l'alcool et dans l'eau bouillante, que ne le fait l'acide hydrochlorique. L'auteur est dans l'erreur, et l'acide sulfurique ne le sauve nullement des désagréments de l'acide hydrochlorique ; seulement il introduit, dans la matière colorante, plus de sels insolubles que ne le fait ce dernier réactif.

3523. Les procédés analytiques de ce genre étaient sans doute dignes d'excuse du temps de Vauquelin ; mais aujourd'hui ils méritent moins d'indulgence, et ils n'oseraient pas certainement se reproduire dans les journaux scientifiques, si nos sociétés savantes n'avaient pas été instituées pour conserver toutes les vieilles méthodes, fussent-elles les plus fausses méthodes, et s'opposer aux innovations, par cela seul qu'elles sont introduites dans la science par des hommes indépen-

dants. De l'essence de ces institutions, divers pouvoirs ont façonnées de toutes les servitudes, il résulte que l'enseignement universitaire s'écroule dans un chaos de contradictions, de dénominations, est forcé de traiter comme tout autre, des choses dignes d'une refutation sérieuse. Voilà pourquoi la publicité hebdomadaire académique est fatiguée d'analyser, et que vraiment nous ne pouvons lire sans un sentiment indéfinissable de dégoût. A voir comment on se rue sur ces choses, puis quelque temps, on dirait que l'Académie prime aux embrouilleurs de pardonner-nous cet aveu, qui n'est que la forme parlementaire, ni dans les formes académiques ; il faut savoir ce qu'il faut remuer si souvent la plume, pour des phrases, sur chaque mot desquelles on s'efforce d'arrêter l'auteur, et de lui faire passer ses expériences une bonne fois par la tête.

Cessez donc de publier, jusqu'à ce que vous soyez sûrs de vos résultats et de votre méthode ; pour quoi autrement nous en sommes sûrs de ce que nous vous réfutons, quand tard, on vous voit vous réfuter vous-même.

3524. La matière colorante du sang est accessoire ; elle est analogue à toutes les matières colorantes végétales et animales. Elle aura expliqué une seule fois aura expliqué ces sortes de combinaisons mortelles, propriété de se dissoudre facilement dans l'albumineux, et principalement oléagineux, nous semblent être des équivalents de la matière minérale, ou des combinaisons de potasse qui est, en ce cas, le succédané de la sève. Le seul moyen de le découvrir sera de le séparer de toutes pièces, et tout nous porte à croire que l'association du caméléon minéral avec le sang, et traitant le tout par les sels qui se trouvent dans le sang, on arrivera à reproduire la matière colorante avec tous ses caractères, ou, à ce moment combien il était absurde d'isoler la matière colorante du sang, et de la passer par une foule de réactions, dont la nature est de changer toutes les propriétés de son existence.

(\*) Après le flux des imitations hebdomadaires, est arrivé celui des compilations horribles, espèces de salmagandis scientifiques, où le vrai se mêle dans un chaos de vieilles et nouvelles erreurs, entremêlées avec les mêmes erreurs, et transcrits avec bien plus de facilité. Ces productions faites aux dépens de la science, ont au moins l'avantage de respecter les tests

et pour ainsi dire le mensonge qu'elle pose, et nous ne pensons pas que la bonne méthode, qui est la seule, fait une erreur à notre égard, nous ne pouvons que nous en rendre compte, quand nous la trouvons fidèle que la science ne nous en



LE GRASSE DU SANG. — Cette matière grasse dans le sang par plusieurs chimistes, est en doute par plusieurs autres. Elle doit paraître et disparaître selon les procédés. Si on attaque le sang par un acide ou un alcali, elle doit se trouver avec l'albumine ; car elle devient dès lors la même menstrue qu'elle, et vous n'avez qu'un résidu, un mélange qui n'aura pas les caractères distinctifs des deux. Tantôt la matière grasse apparaîtra libre, tantôt imprégnée de matière colorante ; tantôt combinée avec des sels ammoniacaux ; tantôt combinée avec le phosphate d'ammoniaque, et partant avec la matière phosphorée ; tantôt oléagineuse, tantôt résineuse ; enfin jamais la même, parce qu'elle peut être la même qu'aux yeux de ceux qui raisonnent les procédés, et éclairer le matérialisme de l'expérience. L'un nommera graisse, l'autre l'appellera matière grasse, tantôt combinée avec l'ammoniaque ; ou bien *sérotine*, *cholestérine*, *émulsion* ; la manipulation en aura plus ou moins de différence. Ce que l'un nommera *extractif*, l'autre nommera *osmazôme* ou *gélatine*, et le résultat sera différent. Entre les mains de vingt chimistes on obtiendra des résultats analytiques tels, qu'il sera difficile, préalablement averti, on serait excusé de ne pas croire ces vingt analyses, comme celles des différentes matières de sang. Ce qui doit servir de transcription ici les diverses analyses nous les trouvons dans nos journaux jusqu'à ce qu'il ait plu à ces messieurs de se réunir enfin entre eux, et avec eux-mêmes. Si on a la clef des anomalies, il serait facile de tenir compte des anomalies qui se présentent à chaque auteur en particu-

lièrement. — *Qu'est-ce que le sang selon la nouvelle méthode ?*

Le sang est un liquide destiné à fournir de la nourriture à tous les organes divers, qui composent l'économie d'un être organisé. Sa fonction est une conséquence nécessaire de l'existence de ces organes ; son principal motif est la respiration. Sous ce point de vue le sang existe autant dans les végétaux que dans les animaux, et nous avons vu un suc végétal (332) qui pourrait être pris, au besoin, pour le sang blanc des habitants des marécages. Les principes essentiels du sang sont les mêmes dans tous les animaux et tous les végétaux :

— TOME II.

albumine, eau et sels du genre de ceux dont les tissus s'incrustent ou se forment. La matière colorante est un accessoire du liquide sanguin.

3528. L'albumine est tenue en dissolution dans l'eau du sang, tantôt à la faveur d'un acide (*acide acétique* chez les *chara*), tantôt, et plus généralement, à la faveur d'une base ou d'un sel alcalin (animaux supérieurs). Lorsque la quantité d'eau diminue, ou que l'intensité du menstrue s'affaiblit, l'albumine se précipite sous forme de globules, dont le diamètre varie selon les espèces d'êtres vivants. Le nombre de ces globules varie aussi selon les divers états de l'individu, selon que ses organes élaborent avec plus ou moins de puissance. Mais quand le menstrue est saturé brusquement, ou au contact de l'air, alors l'albumine se précipite, non plus en globules isolés, mais en magma d'une consistance plus ou moins grande, selon les espèces, et elle prend alors le nom de *fibrine*. Cette coagulation a lieu quelquefois dans les vaisseaux par suite d'un état anormal, qui introduit dans le sang de l'alcool ou un acide : elle a toujours lieu au sortir des vaisseaux par l'influence de l'acide carbonique de l'air, ou par suite de la fermentation qui se développe tout à coup, dans le sang lui-même, que l'on tient isolé du contact de l'air, et surtout par l'évaporation du menstrue, ou par son affaiblissement.

3529. Les sels varient à l'infini de nature et de nombre selon les espèces. Ceux qui se présentent le plus fréquemment, et qui ne manquent jamais chez l'homme, sont l'hydrochlorate de soude, l'hydrochlorate d'ammoniaque, les acétates d'ammoniaque, de chaux, de soude, de potasse, le phosphate d'ammoniaque, peut-être un cyanate d'ammoniaque d'une nature particulière ; les phosphates de chaux, de magnésie ; le fer combiné avec une base alcaline d'un côté, et une certaine quantité d'albumine de l'autre (matière colorante) ; substances que l'incinération est dans le cas de décomposer de mille manières différentes, et que l'évaporation peut mélanger les unes avec les autres, jusqu'à faire revêtir à l'élément prépondérant les caractères les plus illusoires ; en sorte que l'acétate de potasse ou de soude devienne tout à coup un *lactate*, un *extractif*, ou un composé d'une dénomination toute différente.

3530. L'huile plus ou moins fluide existe dans le sang ; mais souvent à un état de mélange tel que l'analyse ne la démêle pas du résidu de l'albumine.

3531. A part la matière colorante, le lait (3360) diffère principalement du sang, par l'abondance



CINQUIÈME GENRE.

PRODUITS DE LA DIGESTION.

**DIGESTION** est cette élaboration spéciale du canal alimentaire, en laquelle, les substances organisatrices subissent des modifications, qui les propres à passer dans le torrent de la circulation, pour fournir à la NUTRITION, c'est-à-dire à l'ÉVELOPPEMENT et à l'ÉLABORATION de l'organe en particulier. La digestion est une action complexe, à laquelle concourent des produits de différents noms, et des produits de différentes natures. Nous réunirons ces produits sous une seule et même rubrique, non pas à cause de leur analogie entre eux, mais à cause de leur origine, du produit principal qui en émane, qui est la salive. Toute autre méthode qui chercherait à classer ces produits plus de rigueur dans le classement, n'en est que moins naturelle, par cela seul qu'elle est moins lucide dans la démonstration. Ce que nous suivons dans l'exposition des produits de ces produits sera, pour ainsi dire, l'histoire de ces diverses phases de la digestion, et pour point de départ la mastication. En partant ainsi épuisé l'étude successive des produits, qui concourent à façonner les aliments, nous aborderons la théorie de la digestion, puis nous passerons aux applications de ces principes, c'est-à-dire à l'alimentation.

*de successive des produits qui concourent à la digestion et qui en forment les principes.*

**Salive.** — Le premier produit que renferme l'aliment ingéré est la *salive*, liquide produit de l'élaboration des glandes salivaires, et qui, par l'acte de la mastication pétrit la substance alimentaire, pour en faire un aliment qui doit servir d'aliment. La salive est un liquide plus ou moins filant, plus ou moins saturé d'eau, plus ou moins soluble, plus ou moins odorant, plus ou moins riche en sels ammoniacaux et phosphorés. Selon les individus, les dispositions pathologiques de l'individu, ses habitudes, et l'heure du jour, elle on l'observe. Le matin, elle est imprégnée de produits de la respiration nocturne; elle est chargée de débris de la membrane qui tapisse la cavité buccale (1898); et si on en fait une goutte desséchée sur une lame de

verre au microscope, elle offre de magnifiques arborisations d'hydrochlorate ammoniacal (pl. 8, fig. 12, d), dont il est facile de déterminer la nature par les réactifs. Lorsque l'on s'est nettoyé la bouche ou qu'on a pris son repas, la salive s'offre plus homogène, dépourvue d'arborisations ammoniacales et moins fournie de débris d'épiderme buccal.

5539. La salive est tantôt acide, tantôt neutre, tantôt alcaline; et l'on aurait tort de voir dans ces caractères des indications de l'état pathologique du corps. Chez l'homme sain, comme chez l'homme malade, la salive varie sous ce rapport, selon les âges, les lieux, les habitudes et l'alimentation de la veille; et il arrive souvent que la variation ne provient que du réactif lui-même. En effet, supposez un sel à base ammoniacale et à acide volatil, tel qu'un acétate, un carbonale, un hydrochlorate dissous dans la salive; il arrive fréquemment que ces sortes de sels se décomposent, soit par l'influence des substances répandues dans l'air, soit par celle des substances dont le papier est imprégné, de telle sorte que tantôt l'acide finit par prédominer sur la base, et tantôt la base sur l'acide; tantôt c'est l'acide qui s'évapore ou s'absorbe plus vite, tantôt c'est l'ammoniaque. En sorte que, ainsi que nous l'avons souvent constaté d'une manière directe, on voit successivement le même bout de papier réactif rougir et bleuir, bleuir et rougir en quelques heures, et souvent en quelques minutes, par son exposition à l'air. Or, la salive étant imprégnée de ces sortes de sels volatils ammoniacaux, il s'ensuit que les papiers réactifs se comporteront avec elle, de la manière la plus variable, sans que leurs indications soient en rien le fait de la salive elle-même. Aussi, Duverney, qui le premier, en 1688, fixa son attention sur ce caractère, finit-il par ne plus y attacher la moindre importance, après en avoir constaté la variation et l'incertitude sur l'homme sain, comme sur l'homme malade.

3540. D'après Berzélius, la salive de l'homme se composerait de

Eau . . . . .	992,9
Ptyaline. . . . .	2,9
Mucus . . . . .	1,4
Extrait de viande, avec lactate alcalin . . . . .	0,0
Chlorure sodique. . . . .	1,7
Soude . . . . .	0,2
	<hr/>
	1000,0

Ce que Berzélius désigne sous le nom de mucus, revient évidemment, d'après son texte, à la couche épidermique qui se détache des surfaces buccales. L'auteur le recueillait sous forme de dépôt, en abandonnant la salive dans un vase de verre étroit.

Ce qu'il désigne sous le nom d'extrait de viande, avec lactate alcalin, est un mélange d'albumine rendue soluble dans l'alcool, à la faveur de l'acide acétique (3375), à l'état frais, ou à la faveur d'un acétate alcalin après sa dessiccation.

La *ptyaline* est, d'après l'auteur, une substance digne de porter le nom nouveau qu'il lui a imposé, à cause que sa dissolution dans l'eau est peu constante, et ne se trouble pas par l'ébullition; qu'après avoir été évaporée, elle laisse la matière salivaire incolore et transparente, que si alors on verse de l'eau sur cette dernière, elle devient d'abord blanche, opaque et muqueuse, ensuite elle se dissout en un liquide clair, qui ne précipite ni par la teinture de noix de galle, le chlorure mercurique ou le sous-acétate de plomb, ni par les acides forts; caractères qui distinguent, d'après Berzélius, cette substance d'un grand nombre d'autres matières animales; mais qui en réalité ne la distinguent que comme un mélange se distingue d'un autre, dont les éléments varient en proportion. En effet, dissolvez l'albumine de l'œuf dans une eau légèrement acide ou ammoniacale, elle cessera dès cet instant de se coaguler par l'ébullition. Étendez-la d'une quantité suffisante d'eau distillée, elle cessera de se précipiter par les acides forts, car les acides forts y deviendront faibles en s'étendant à leur tour de l'eau qui étend l'albumine; il en sera de même de la noix de galle, du chlorure de mercure ou du sous-acétate de plomb, qui ne précipitent que les substances animales neutres, et surtout que celles qui ne sont pas trop étendues d'eau. Quant à l'opacité que communique à l'eau cette substance, dans les premiers moments du mélange, c'est un caractère inherent à la solution commençante de toute substance organisatrice; ce qui n'est pas encore dissous devant nécessairement altérer la limpidité de l'eau. La *ptyaline* de Berzélius n'est donc qu'un mélange albumineux, dont l'auteur n'a pas assez cherché à se rendre compte.

3541. Gmelin et Tiedemann ont obtenu des résultats exprimés en tout autres termes, en opérant sur de la salive humaine, dont la sécrétion était provoquée par la fumée de tabac; et les auteurs n'ont tenu aucun compte de cette circonstance dans leur analyse; ils ont trouvé que la

salive ainsi obtenue bleussait le papier reactif, réaction qui manque de leurs expériences, mais qui, jamais été remplacée par la ce qui devrait être, car la salive est alcaline, et elle doit communiquer à la salive, ou neutraliser son acide. Sur 100 parties de résidu obtinrent (nous transcrivons):

Substance soluble dans l'alcool dans l'eau (graisse contenant du phos. et substance soluble dans l'alcool que dans l'eau; extrait de chlorure de potasse, lactate de potasse et sulfo cyanure de potasse, . . .

Substance animale, précipitée par la solution dans l'alcool bouillant, refroidissement; avec sulfate de potasse et un peu de chlorure de potasse.

Matières solubles dans l'eau: matière salivaire, avec beaucoup de phosphate, et un peu de sulfate et de chlorure de potasse, . . .

Matières qui ne sont solubles dans l'eau, ni dans l'alcool; mucus, un peu d'albumine, avec du phosphate et du phosphate alcalin. . .

Perte. . . . .

Ces résultats, assez prolifiques, n'ont pas été accueillis avec une faveur même par les plus intrépides de la méthode analytique sans façon. Peux-êtres n'indiquent partout que la salive obtenue en plusieurs fois et soignée, et, à la place des auteurs, on trouverait toutes ces phrases en une seule: fait suivre du chiffre 92,50 et par la suite. Que signifie, en effet, de voir dans la phrase le chlorure de potasse, et le phosphate alcalin? une quantité indique-t-elle un sel? ces sels avec la substance organique? Peut-elle servir à faire apprécier l'existence dans la salive? Non, est passée sous silence. Qu'en vient-il avec le phosphore? Les auteurs, qu'en opérant sur la salive d'un fumeur? Mais d'où vient qu'ils ont cherchée dans la salive d'une personne? N'auraient-ils pas confondu ad-

produit d'une expectoration (3015)? La animale précipitée de la dissolution ol, par le refroidissement, se trouve-  
 lement en dissolution, et non pas plu-  
 sension (27) dans l'alcool bouillant?  
 es qui n'ont été trouvées solubles ni  
 ni dans l'alcool, ne sont encore ici que  
 épidermiques des cavités buccales.  
 le viande et les lactates ne sont que de  
 dissoute dans l'eau, à la faveur d'un  
 alcalin ou acide. Mais ce qu'offrirait de  
 rquable cette analyse, serait certaine-  
 présence du sulfocyanure de potasse, si  
 s l'avaient constatée sur des quantités  
 les, et principalement sur la salive des  
 qui ne fument pas. Ce fut Tréviranus  
 que la salive rougit fortement lorsqu'on  
 un sel neutre de fer, réaction qui plus  
 reproduite par l'acide prussique sulfuré  
 . D'où Gmelin et Tréviranus, qui du  
 vérifié cette réaction de la salive, ont  
 elle était due à la présence de l'acide  
 sulfuré. Mais il est évident qu'un phé-  
 le coloration ne suffit pas à lui seul,  
 ir un fait aussi extraordinaire, et sur-  
 rénomène de coloration, provenant d'un  
 que l'on mêle à un mélange d'albumine  
 de toutes sortes, d'albumine surtout,  
 seule est capable de réduire tant de sels  
 es, et d'en livrer ensuite la base à toutes  
 morphoses des doubles décompositions.  
 que les auteurs vérifièrent la réaction  
 oduits de la distillation; ils épuisèrent  
 ol de la salive desséchée, retirèrent l'al-  
 la distillation, mêlèrent le résidu avec  
 phosphorique concentré, desséchèrent le  
 au bain-marie, et trouvèrent que la  
 lui avait passé dans le récipient, rougis-  
 sent par le sel ferrique neutre. Or sup-  
 la salive eût contenu un nitrate quel-  
 le même résultat se fût certainement  
 ; car l'acide phosphorique eût dégagé  
 trique dont la réaction sur le sel ferrique  
 rait offert le caractère précité. Une  
 produit distillé fut mêlée simultanément  
 sulfate de fer et du sulfate de cuivre,  
 lta un précipité blanc, qui avait la pro-  
 rougir une dissolution acide de chlorure  
 D'après les auteurs, le précipité blanc  
 nt être que du sulfocyanure de cui-  
 qui n'est certainement pas plus positif  
 les cas que la réaction précédente.  
 les auteurs n'ont jamais obtenu la

substance supposée sous un volume pondérable.

Ensuite, les auteurs ont soumis aussi à l'ana-  
 lyse la salive du chien et de la brebis, en ouvrant  
 le conduit excréteur de la glande parotide, et  
 l'introduisant dans un flacon. Mais ce procédé  
 violent ne saurait fournir un liquide, qui repré-  
 sente sous tous les rapports la salive ordinaire;  
 cependant les deux analyses ressemblent assez à  
 celle de la salive humaine; rien n'offre plus de  
 ressemblance, en effet, que deux choses disposées  
 dans le même désordre.

3542. CHYME. — Lorsque les aliments ont été  
 suffisamment triturés, pétris avec la salive (*mas-  
 tication*), par le mouvement combiné de la lan-  
 gue, des muscles de la mâchoire inférieure et  
 de ceux des parois buccales, enfin, peut-être, par  
 le concours d'un commencement d'aspiration que  
 nous retrouvons sur toute la surface du canal  
 alimentaire, les portions les mieux élaborées de  
 cette digestion commençante sont aspirées par le  
 pharynx (*déglutition*), puis par l'œsophage,  
 aspiration qui chez les polypes exerce son in-  
 fluence sur les corps même ambiants; et ces  
 portions viennent se réunir, en une masse com-  
 mune (*bol alimentaire*), dans l'estomac, tantôt  
 simple, tantôt multiple, dont les parois l'élaborent,  
 en lui imprimant un mouvement de rotation sur  
 lui-même. Le résultat caractéristique de cette  
 élaboration est d'imprégner la masse en digestion  
 d'une quantité considérable d'acide acétique; et  
 dès lors le bol alimentaire est devenu *chyme* dans  
 toutes les portions de sa substance qui ont pu se  
 prêter à cette transformation.

3543. Le *chyme*, comme on le voit, est un  
 mélange tout aussi compliqué que l'était l'aliment  
 avant la déglutition. Il se compose de tout ce que  
 la fermentation stomacale a transformé, et de  
 tout ce que son influence n'a pu ni altérer, ni  
 atteindre. L'acide acétique produit doit nécessai-  
 sement tenir en dissolution, et rendre solubles  
 dans l'eau, le gluten végétal, l'albumine animale  
 (3363), et l'huile; et dès qu'il s'étend d'eau, il doit  
 laisser précipiter ces deux substances sous forme  
 globulaire. Cette dissolution doit être blanche et  
 opaline, imprégnée qu'elle est des sels produits  
 de toutes pièces ou éliminés par suite des doubles  
 décompositions ou de la désagrégation des parois  
 cellulaires qui les renfermaient. Si cette portion  
 opaline était assez étendue d'eau pour prendre une  
 forme liquide, elle aurait tous les caractères d'un  
 sang acide, du suc qui circule dans l'intérieur du  
 tube des *chara* (3466); et il n'est pas d'analyse



opérée à l'aide de nos procédés actuels, qui fût en état de signaler la moindre différence essentielle entre ces deux genres de liquides, élaborés par des organes si différents, et qui n'appartiennent pas au même règne. Ainsi, le chyme peut être considéré comme un mélange de débris de tissus, et d'une dissolution acétique d'albumine, de gomme et d'huile, plus de tous les sels que l'acide acétique est en état de dissoudre, et qui se trouvaient dans les tissus; c'est un sang acide dans un *caput mortuum*.

3544. Pendant l'acte de la digestion normale, il se dégage de l'acide carbonique et de l'hydrogène; et lorsque la digestion est anormale, le gaz acide carbonique se mêle à du gaz hydrogène sulfuré, et à de l'hydrogène carboné.

3545. Le docteur Proust signala la présence de l'acide hydrochlorique dans le chyme, Children, Gmelin et Tiedemann se sont rangés de son avis. Il est vrai de dire que ces auteurs n'admettent dans l'estomac que des traces d'un acide, dont une seule goutte suffirait pour perforer les parois de l'organe, et ils ne l'admettent que sur la foi d'une réaction unique. Proust alla même jusqu'à soutenir que l'acidité du suc gastrique et du bol alimentaire ne provient d'aucun acide organique. Mais les expériences sur lesquelles ils se basent tous, sont susceptibles d'une contraire explication. Ils traitent par l'eau le *chyme*, distillent et essayent par le nitrate d'argent le liquide qui passe dans le récipient, ils décident que le chyme renfermait de l'acide hydrochlorique libre, lorsqu'ils obtiennent, dans le récipient, par le nitrate d'argent, le précipité caractéristique des hydrochlorates (93). Or ce fait ne signifierait qu'une seule chose, c'est qu'il est passé dans le récipient des hydrochlorates, mais non que le bol alimentaire fût redevable de son acidité à la présence de l'acide hydrochlorique. Proust appuyait, sans doute, sur ce que les hydrochlorates, dont il avait constaté la présence dans le bol alimentaire, sont fixes et non volatiles. Mais rien n'est plus fréquent que de voir l'acide acétique faire passer avec lui, dans le récipient, les sels les plus fixes. Mais parmi tous ces sels, que les analystes énumèrent avec tant d'attention, il leur arrive d'en oublier toujours un, qui pourtant joue le plus grand rôle dans l'économie, qui déranger tous leurs calculs, et donne la théorie de tous les difficultés qu'ils embarrassent; c'est l'hydrochlorate d'ammoniaque, qui est partout et a le malheur de n'être cité nulle part. On admettra volontiers, une fois qu'on en aura été averti, que l'hydrochlorate d'ammonia-

que soit la cause de la réaction spéciale distillé. Gmelin et Tiedemann ont même, ils ont fait avaler à un animal calciné, et ils obtinrent un chlorure. Ils auraient obtenu le même sel carbonaté de chaux avec un liquide l'hydrochlorate d'ammoniaque. Nous donc nullement l'acide hydrochlorique des produits caractéristiques du chyme, au contraire, que l'acidité de n'est due qu'à de l'acide acétique, qui en être recueilli en abondance par

3546. Les chimistes se sont beaucoup de l'étude, ou plutôt de la recherche secrète par les parois de l'estomac, et ils sont tombés, à cet égard, dans les plus graves contradictions, car ils l'obtiennent par des procédés qui devraient changer toutes les conditions, et cela sous l'influence d'une même, qui porte presque toujours vouloir isoler des choses, qui n'ont que par leur ensemble, et à vouloir l'organe, des produits qu'il ne se concourent d'une foule de circonstances, et cela sous l'influence d'une même. Sans doute, les parois stomacales ainsi que toutes les parois des *caques* (*mucueuses* ou *séreuses*), un liquide de sels et de substances organiques, même que chez les *mucueuses* et le liquide, pour qu'il soit normal, de des surfaces qui fonctionnent d'une même. Prendre pour le suc gastrique liquide qui suinte des parois que la pointe d'un instrument, des parois d'un animal que l'on torture par l'admettre facilement que les produits vent être, en toutes circonstances, les produits normaux des organes toute la plénitude de leurs fonctions absurde et contradictoire dans les en est-il arrivé que les uns l'ont trouvé autres alcalin, les autres acide et l'hydrochlorique, qu'ils ont corrigé étant à l'état libre, et puis riche, sur le compte duquel nous parlerons plus bas. Les uns y ont ajouté de l'albumine, ce qui est incontestable l'ont niée, parce qu'ils n'ont pas vu congeler par l'ébullition, ce qui n'est lieu, tant que l'albumine est tenue par l'acide acétique (1535). D'autres cru entrevoir des traces d'acide

astrique, et par conséquent dans le e qu'ils ont observé quelques traces la surface de morceaux d'agate, ingérés dans l'estomac des poules et comme s'il ne suffirait pas du primé par l'estomac à ces fragments, rayent entre eux, et comme si les la bile qui remonte, dans les cas pouvaient pas produire ce résultat, que l'acidehydrofluorique. D'autres les signes d'érosion sur les parois porcelaine, dans lesquels ils avaient pendant quelques jours, le contenu final des poules; mais ensuite, rien ne s'est présenté d'une manière pré- vation des auteurs qui se sont plus occupés de ce sujet.

us ces faits, les seuls constatés d'une ine, et les seuls dont nous ayons établir plus bas la théorie de la it ceux-ci: par suite de l'élaboration s aliments fermentent; la ferment- icide; il se dégage de l'hydrogène arbonique, et il reste un produit ide acétique.

B. — Le bol alimentaire ayant une s toutes les molécules qui en sont l'influence de l'élaboration stoma- ve dans des conditions telles, qu'il réter à l'aspiration des parois de chyme est alors aspiré par les pre- des intestins, où il va subir une n nouvelle.

ntestins forment un canal qui, chez plupart des mammifères, égale six a longueur de l'individu, quoiqu'à ses nombreuses circonvolutions il en entier dans la capacité abdomi- e l'estomac. Il dépasse à peine, dans d diamètre, trois ou quatre doigts; mais son diamètre varie dans des rges, pour avoir permis à la no- diviser en régions diverses la lon- rgane. Les anatomistes distinguent mammifères, et spécialement chez intestins, dont trois grêles: 1° le

longueurs varient proportionnellement à celle ce sont ces rapports proportionnels plutôt positifs que l'on devrait déterminer par des cieus anatomistes exprimaient ces longueurs travers de doigt et de largeurs de la main enfermaient; sortes de mesures approxima-

*duodenum*, intestin grêle long environ de 12 travers de doigt (*duodeno pollices*), ou 30 centimètres environ, et large de 1 pouce, qui commence au pylore, descend d'abord perpendiculairement, puis se dirige horizontalement de droite à gauche; à trois ou quatre doigts du pylore, il reçoit l'ouverture du canal cholédoque, qui y décharge la bile, et du canal pancréatique, qui y verse le suc du *pancréas*; 2° le *jejunum*, intestin grêle que le scalpel trouve toujours vide (*jejunum*); il commence où le *duodenum* finit, c'est-à-dire vers le rein gauche, s'étend aux environs de l'ombilic de la longueur de plus d'un mètre, se ridant par de nombreux plis, et rapprochant ses parois internes en nombreuses valvules; 3° l'*ileum*, ainsi nommé de sa situation près des os des iles, au-dessous de l'ombilic, qui commence là où les valvules du *jejunum* finissent, et finit là où le diamètre du canal intestinal s'agrandit brusquement; sa longueur varie de 1 à 2 mètres; 4° le *cæcum*, espèce de cul-de-sac plutôt que continuation intestinale, large et long d'environ 5 à 6 centimètres, terminé par un appendice vermiforme; il s'abouche à la fois, et avec l'extrémité de l'*ileum*, et avec le commencement du *colon*; 5° le *colon*, séparé de l'*ileum* par une valvule qui prend le nom de *valvule du colon*; cet intestin est remarquable par le nombre de ses circonvolutions, qui font que cet organe passe par les régions de l'abdomen les plus opposées, allant des os des iles au rein droit, au foie, à la rate, descendant vers le rein gauche; sa longueur ne dépasse pas 40 centimètres; c'est celui dont le diamètre est le plus grand; 6° enfin le *rectum*, qui descend droit, en longeant l'*os sacrum*, de la dernière vertèbre des lombes à l'*anus*, ayant en longueur 11 à 12 centimètres (\*).

3550. La surface des intestins, ainsi que celle de l'estomac, est tapissée de villosités plus ou moins simples et plus ou moins volumineuses, dont nous avons depuis longtemps démontré, et la vascularité, et l'analogie de structure avec les branchies des animaux inférieurs (\*\*); ce sont, pour ainsi dire, des branchies destinées à aspirer, sous forme gazeuse et sous forme liquide, les produits de la double digestion, chimification et chyification. Ces organes, qui abondent dans

tives que le pauvre élève pouvait appliquer tout aussi bien que le riche, et qu'il était toujours sûr d'avoir à sa disposition.

(\*\*) *Répert. gén. d'anat.*, tom. V, pl. X, fig. 4, 1827. *Nouv. syst. de chim. organ.*, 1<sup>re</sup> édit., pl. 8, fig. 4, 1833. — Edition actuelle, pl. 11, fig. 3 et 4.

l'intestin grêle, ce second estomac, en quelque sorte, portent les substances absorbées dans le réseau vasculaire, avec lequel leurs vaisseaux s'abouchent, pour aller décharger ce sang blanc, par les vaisseaux chylifères, dans le canal thoracique 1909.

3551. Dès que le bol alimentaire est arrivé à la hauteur de l'ouverture des canaux cholédoques et du canal pancréatique, d'acide qu'il était, il devient alcalin, le *chyme* se change en *chyle*, son acide étant saturé par l'alcali de la bile qui se mêle à lui. Le *chyle* ne se distingue pas sous un autre rapport du *chyme* : c'est un mélange, 1° de toutes les substances solubles que renfermaient les aliments, et dont l'élaboration stomacale n'a pas détruit la nature; 2° de toutes les substances insolubles qui ont résisté à l'élaboration, 3° de tous les sels ingérés ou formés par voie de double décomposition; 4° enfin surtout d'albumine dissoute, non plus par un menstrue acide, mais celle fois par un menstrue alcalin. Les parois intestinales puisent, dans ce mélange si compliqué, les sels et l'albumine dissoute, c'est-à-dire un mélange vital qui ne diffère du sang que par l'absence de la matière colorante, matière tellement accessoire au phénomène général de la circulation, qu'il est des classes innombrables en individus, chez lesquelles le sang manque absolument de ce caractère colorant. Le chyle, pris dans les vaisseaux chylifères, se présente au microscope comme un liquide laiteux, dans lequel nagent des myriades de globules albumineux, d'un diamètre analogue à celui du sang rouge du même animal.

3552. Lorsque les parois intestinales ont successivement absorbé à leur profit toute la quantité de ce sang blanc, dont la digestion duodénale a imprégné le bol alimentaire, le résidu indigestible et insoluble est rejeté au dehors, et constitue les excréments.

3553. Reprenons maintenant l'étude des diverses substances chimiques, qui concourent à la chylification, en commençant par le produit qui en émane. L'analyse du chyle faite par les méthodes anciennes offre les mêmes divergences que celle du sang, parce que les auteurs, 1° ont généralisé des nombres qui varient à l'infini, en raison des individualités, des circonstances et des procédés d'évaluation; 2° qu'ils ont commis des doubles emplois, en évaluant les résultats de l'expérience; 3° enfin qu'ils ont voulu à toute force trouver une différence intrinsèque, entre les principes constituants du chyle et du sang, en se fondant sur la différence de coloration des deux substances. Le

chyle est un liquide blanc et opalin, multitude innombrable de globules oléagineux qu'il tient en suspension, alcalin comme le sang, et verdit sans sirop de violettes, abandonné à lui-même il ne tarde pas à se coaguler comme le lait, se diviser en deux portions, l'une solide et l'autre liquide (*sérum*); le caillot, l'albumine dissoute, qui reprend son état par la saturation de l'alcali qui lui est resté, avant de dissoudre et de menstruer. Ce chyle compose comme chez le sang, de deux parties, l'une coagulable et des globules emprisonnés dans une matrice albumineuse, renferme, chez le chyle, une quantité de globules oléagineux, ce qui déjà le chyle encore plus du lait que le sang, car le chyle est encore vierge, et qu'aucun organe n'a encore mélangé. Les sels qu'il renferme, outre ceux qui sont dans la combinaison de l'albumine, sont des acétates albumineux (3375), de potasse, de chaux, d'ammoniaque, les phosphates, les sels des mêmes bases, peut-être en abondance les hydrochlorates, de potasse, et surtout de soufre. Brande y a signalé une matière analogue au blanc de baleine, qui comparait à la matière grasse du sucre de lait, qu'il a reconnu à de petites cristallisations, dont la saveur est sucrée et qui donnent de l'acide mucique nitrique; ce qui signifie seulement les principes de cet ouvrage, que le chyle du sucre mêlé à l'albumine et à de l'eau (3105).

3554. Urine, de Genève, eut l'honneur de voir les gaz qui doivent se dégager pendant la chymification et de la chylification, par exemple a été unite plus tard par Chevreul, Vauquelin, Chevreul, etc., qui sont parvenus à des résultats différents. Magendie a voulu expliquer la divergence qu'offrent les résultats de ceux de l'urine, en prétendant que l'urine, les procédés d'analyse sont exacts que de notre temps; ce qui involontairement la question des bases (328). Magendie est dans l'erreur de l'urine on analysait tout aussi bien gazeux que de notre temps, car longtemps après Lavoisier et Berthollet la divergence des résultats vient de la différence des circonstances; et si Chevreul et Magendie

expériences, il se trouveront vergents avec eux-mêmes. En , par notre expérience hygiéniste gazeux de notre digestion, aient selon la nature et la dose et selon les dispositions bonnes ans lesquelles se trouvent nos Tel individu est plus sujet à ces eux qu'un autre ; il en est qui ent ces sortes d'incommodités, a digestion ne dégage aucun gaz t de la nature de ceux que ne r les parois stomacales et intes- facile à démontrer par l'absence : espèce de météorisation ; car il ation, s'il se produisait des gaz hors d'état d'amener au dehors tre voie, par l'éruclation et par s bestiaux que l'on fait passer et qui ont à ruminer du *trèfle* par les chaleurs, sont sujets à née l'*empansement* ou la *météo-* z s'accumulent tellement dans leur canal intestinal, que si l'on is tôt à leur secours, l'animal asphyxié, à cause que la dilata- estinal comprime, et les poumons, i veine cave, et arrête d'un seul on. L'analyse démontre, que, dans les gaz varient de nature : tantôt de gaz acide carbonique et d'oxyde ntôt un mélange de gaz acide ydrogène carboné, et de 80 sur ygène sulfuré ; en sorte que tantôt noniaque étendue d'eau suffit pour al, en saturant les gaz délétères ; résiste à ce moyen, vu que l'hydro- me la majeure partie du mélange. as, la science, avec ses réactifs, était ais la routine, avec son bon sens ait pas en défaut. En effet, les st de la France n'attendent jamais en ni le vétérinaire, pour guérir affectés de ce terrible mal ; ils i bâton lisse, l'introduisent dans animal ruminant, et ouvrent ainsi ulés dans les estomacs, une issue gaz n'auraient jamais pu s'échap- nt, chez ces animaux privés de la ion.

Le dégagement des gaz n'est point chez l'homme et l'animal en bonne pécher contre la logique que de

vouloir déduire quelque chose d'applicable à la théorie de la digestion, de l'analyse des gaz trouvés dans les intestins d'un cadavre. Si le dégagement des gaz, chez l'homme vivant, est la conséquence d'un malaise, de la moindre impres- sion de froid sur la région de l'abdomen, et varie en raison des circonstances de ce malaise, il est évident, et que ce phénomène variera d'autant plus, que l'observation suivra de plus loin l'instant de la mort, et qu'il commencera immédiatement après la mort même. Ainsi, que Jurine trouve les gaz intestinaux composés d'oxygène, d'azote, d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré dans l'estomac en plus grande quantité que dans l'in- testin grêle d'un fou mort de froid ; que Chevreul et Magendie trouvent, au contraire, que le gaz intestinal pris dans l'estomac était composé d'oxy- gène, d'acide carbonique, d'hydrogène pur et d'azote, et dans l'intestin grêle d'acide carboni- que, d'hydrogène pur et d'azote, chez des cadavres de guillotins auparavant bien portants, et qui avaient mangé du pain, du fromage et bu de l'eau rougie, on ne saurait tirer, de ces quelques faits, aucune induction physiologique, qui puisse servir à représenter ce qui se passe dans l'acte de la chymification et de la chyification ; ce sont des faits cadavériques. Si ces gaz se dégageaient chez l'homme vivant comme chez le cadavre, sans être immédiatement absorbés par les parois, il n'est pas un homme qui ne souffrît constamment de la météorisation. C'est parce que la physiologie oublie ainsi les premières lois de la logique, qu'elle sacrifie longuement, en pure perte, la précision et l'exactitude des procédés, qu'elle nous conduit à des applications que le bon sens repousse dans la pratique, et à des théories qui changent d'idée à chaque instant.

3556. Tout dégagement gazeux qui séjourne dans les intestins est le résultat d'un trouble dans les fonctions digestives. Si, comme tout porte à le croire, la digestion normale donne lieu à des produits gazeux, ceux-ci doivent être aussitôt absorbés que dégagés ; et jusqu'à présent, nous ne saurions en soupçonner la nature, qu'en raison- nant par analogie les phénomènes chimiques de la digestion.

3557. Passons aux substances qui concourent à la transformation du CHYME en CHYLE.

3558. SUC INTESTINAL. — De même qu'on a dé- crit un suc gastrique, qui découlerait de la mu- queuse de l'estomac, de même on a décrit un suc intestinal qui suinterait du canal intestinal ; mais



dans l'un et dans l'autre cas, le mot est plus précis que la chose. Le suc intestinal a été trouvé acide sur toute la portion de l'intestin grêle qui est supérieure au canal cholédoque, et alcalin sur toute la portion inférieure; acidité dans le premier cas, et alcalinité dans le second, qui peuvent tout aussi bien provenir des sucs, dont le bol alimentaire revêt les surfaces qu'il traverse, que de la sécrétion de ces surfaces mêmes : car le bol alimentaire est acide jusqu'au canal cholédoque. Nous le répétons, il est impossible que, de la surface d'une muqueuse, il ne suinte pas un liquide; mais avant de chercher à le caractériser, il faudrait avoir trouvé le moyen de l'obtenir sans mélange.

3559. **SUC PANCRÉATIQUE**. — La glande pancréas, située sous l'estomac, entre la rate et le duodénum, déverse, dans ce dernier intestin, un liquide d'une nature particulière, que l'on désigne sous le nom de *suc pancréatique*; suc qui se mêle au chyme, en même temps que la bile, qui découle, au même endroit, de la glande du foie. La difficulté qu'on éprouve à recueillir une certaine quantité de ce liquide, a contribué, autant que le vice des méthodes d'interprétation analytique, à laisser dans une grande incertitude les caractères distinctifs du *suc pancréatique*. D'après les anciens chimistes, ce suc, au sortir de la glande, est acide; d'après d'autres plus modernes, il est tantôt acide et tantôt seulement salé, d'autres en ont noté l'acidité, et assurent l'avoir toujours trouvé alcalin, et se coagulant par la chaleur. Enfin, Gmelin et Tréviranus assurent que le suc pancréatique, pris dans la glande, avant que l'animal vivant ait pu souffrir des suites de l'opération, donne toujours des signes d'acidité; mais que bientôt, et pendant qu'on le recueille, il devient alcalin. Remarquez que ce passage apparent de l'acidité à l'alcalinité est spontané, qu'on ne saurait l'attribuer ni à la saturation de l'acide, au moyen d'une substance étrangère, ni aux résultats de la fermentation, laquelle ne s'établit jamais si vite. Ce phénomène était donc inexplicable, aux yeux des chimistes qui n'avaient pas eu l'occasion d'observer avec quelle facilité certains sels volatils à base d'ammoniaque donnent successivement des signes d'acidité et d'alcalinité, en se décomposant, soit par l'influence de l'air, soit par celle des papiers réactifs eux-mêmes. L'acétate et le carbonate d'ammoniaque eux-mêmes sont éminemment dans ce cas. Sous un autre point de vue, on a tort de penser que les suites d'une opération anatomique n'altèrent les produits de l'élaboration d'un or-

gane digestif qu'à la longue, instantanée, ainsi que les accidents de la digestion. Donc, il ne faudra jamais cette circonstance, dans l'évaluation que l'on ne saurait recueillir que lente méthode. Les écrivains aient-ils entrevu de l'analogie entre le suc et la salive (3558), en invoquant les notions de l'analyse, que quelques restrictions qu'ils ont signalées entre salivaires et le pancréas. L'analyse, sont finies Leuret et Lassaigne, à l'opinion allemande, est trop impuissante pour permettre la moindre induction. Le Gmelin et Tiedemann ne se distinguent par aucun caractère de précision. Qui sait quand on a constaté que le suc renferme, sur cent parties de matière

Matière soluble dans l'alcool .  
Matière soluble dans l'eau seule .  
Albumine coagulée . . . . .  
Eau . . . . .

Quel liquide animal n'offrirait pas et des divisions analogues, par une large d'évaluation?

Le problème analytique du suc reste donc encore à résoudre.

3560. **BILE**. — La bile est le produit du foie, cet organe, qui, semble jouer le rôle d'estomac, et qui, d'ailleurs, devient un accessoire si important de la digestion duodénale. Le foie est chez la plus volumineuse des glandes du corps, situé sous le diaphragme et au côté droit du tomac, convexe par la surface qui regarde le diaphragme, concave par celle qui regarde l'intestin, partagé en trois lobes égaux, et par le péritoine, il porte à sa base la vésicule du fiel. Les vaisseaux veineux tributent dans sa substance en plus grand nombre que les vaisseaux artériels. Le produit de l'élaboration coule dans de petits canaux qui se bouchent avec des canaux de plus en plus gros, et ceux-ci dans un conduit qui se jette dans le duodénum (3549), c'est la bile. La structure intime de la bile est analogue à celle de toute autre glande, mais il est d'en suivre assez loin les embouchements, tels que nous les avons décrits, et ensuite on continue, par la pé-



omiques de l'élaboration directe, on la formule générale d'une vésicule un certain nombre de vésicules secondaires, lesquelles enveloppent un certain nombre de vésicules tertiaires, lesquelles enveloppent un certain nombre de vésicules quaternaires, ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive à la dernière, et dans laquelle, ainsi que dans toutes les autres, il y a de l'huile ou substance grasse et de l'albumine. Chez certains animaux, tels que le foie renferme plus d'huile que l'albumine des mammifères, c'est le contraire; on voit que le foie des mammifères est dur et chaud, et que l'autre, au contraire, est mou et froid. Les vésicules qui rentrent dans la structure du foie apportent le liquide de la circulation, et ne contiennent rien d'essentiel des sels que l'on trouve dans tout autre organe, ni sous le rapport de leur quantité, ni sous celui de sa nature. On y trouve partout ailleurs, du sel marin, du carbonate de potasse, du phosphate de potasse et du carbonate de chaux (*par incinération*) d'oxyde de fer; et en abondance d'ammoniacaux, quoique les chimistes ne font pas plus mention dans l'analyse du foie que dans toute autre de leurs analyses chimiques.

Je transcrivons ici la phrase par laquelle l'auteur se rend compte de l'organisation du foie (Mém., tom. VII, p. 178); on dirait, en la lisant, que le foie est une de ces combinaisons chimiques que le chimiste est en état de reproduire en pièces dans un matras. « Ces combinaisons, dit l'auteur, établissent d'une manière évidente que le foie est une combinaison d'albumine avec un corps gras, diversifiée chez différents animaux, et qui est combinée en outre avec plusieurs autres substances, telles que l'*extrait de viande*, et d'autres substances insolubles dans l'eau, et solubles dans l'eau. » Paracelse mieux dit.

En conséquence nous dispensons, sans entrer dans les détails analytiques, de la déduction; nous passerons immédiatement à la critique des diverses analyses que nous ont données les auteurs de la méthode.

Le foie est un liquide alcalin, tantôt vert,

tantôt d'un brun jaunâtre, tantôt incolore, qui se compose principalement d'albumine, de résine, d'une substance grasse, de sucre, et de soude, laquelle sert de menstrue à l'albumine, et forme un savon alcalin avec la substance grasse. Un pareil mélange ne pouvait manquer de fournir aux analyses chimiques des résultats aussi variables que variés, et à la nomenclature des dénominations aussi nombreuses qu'éphémères. Et, ce à quoi pensait le moins le chimiste, en se livrant au dépouillement des produits obtenus, c'était sans contredit la question des mélanges.

3564. Nous ne rapporterons pas en détail les analyses des premiers observateurs; elles avaient du moins le mérite du laconisme, qui n'engendre jamais autant d'erreurs que la prolixité. Verheyen découvrit dans la bile un alcali libre; Macbride entrevit qu'elle contenait quelque chose de sucré; Gaubins en sépara une matière huileuse d'une grande amertume; Cadet la considéra comme un savon à base de soude, mêlé à du sucre de lait. Thénard s'éleva contre la théorie de Cadet; et pour lui la bile fut d'autant moins un savon, que sa composition variait dans les différents animaux; il y signala une substance nouvelle qu'il nomma *picromel* (substance sucrée et amère), deux mots fort étonnés de se trouver ensemble.

3565. D'après Thénard, la bile de bœuf serait composée, sur 800 parties, de :

Eau. . . . .	700,0
Picromel. . . . .	69,0 (*).
Corps gras, acide au moins en partie . . . . .	15,0 (**)
Cholestérine, peu. . . . .	
Matière colorante, très-peu . . . . .	
Matière jaune provenant du <i>mucus</i> altéré, quelques centièmes. . . . .	0,0
Soude, phosph. de soude, chlor. de potasse et de soude, sulf. de soude, phosph. de chaux et de magnésie, oxyde de fer. . . . .	1,2

Nous avons donc là des chiffres sans précision, l'auteur nous le dit, et des substances réunies par lots, comme dans une adjudication par autorité de justice. Le premier lot ne renferme que de l'eau, le second que du picromel, qui est coté 69, mais par manière d'acquit; c'est la mise aux enchères; vous pourrez surenchérir ou mettre au

dernière édition, l'auteur annonce en note que la quantité un peu trop forte; sur quoi

s'appuie cette croyance tardive? l'auteur ne l'explique pas. (\*\*\*) L'auteur croit encore cette quantité trop forte.

rabais. Le troisième lot se compose d'un corps gras, qui a le privilège d'être acide sur une face et neutre sur l'autre; d'un peu de cholestérine, de très-peu de matière colorante; lot coté 15 sur le tableau. Mais comment arriver à savoir pour quelle quantité précise le corps gras, acide et non acide, entre dans ce chiffre? on ne pourrait y arriver que par l'équation suivante: 15 — peu — très-peu =? Quant à la matière jaune provenant du mucus altéré, l'auteur n'en signale que quelques centièmes; l'auteur ne les a pas pesés, si ce n'est à vue d'œil; et à cette balance, les millièmes, les centièmes, se confondent souvent avec les dixièmes. Quant aux sels, il les divise en solubles et insolubles; le lot des solubles s'élève à 10, le lot des insolubles à 1.2. Admirable méthode de classification, qui s'étale en tableaux synoptiques, au bas desquels l'auteur a la précaution de mettre de sa propre main: *N'en croyez rien, car j'en doute.*

3586. « Parmi toutes ces matières, dit l'auteur, il n'en est qu'une seule qui n'ait point été décrite; c'est le *picromel*, substance ainsi appelée, à cause de sa saveur, et qui est propre à la bile de la plupart des animaux, du moins d'après mes expériences. » Attachons-nous donc spécialement à l'étude de cette substance, qui formait d'abord 69 sur 800 de la bile, mais qui depuis est descendue de quelques degrés.

3587 D'après Thénard, le *picromel* est sans couleur; il a le même aspect et la même consistance que la térébenthine épaisse; sa saveur est d'abord âcre et amère, puis elle devient sucrée; son odeur est nauséabonde, et sa pesanteur spécifique plus grande que celle de l'eau. Soumis à l'action du feu, il perd une partie de sa viscosité, se bourrouffe, se décompose, et ne donne point ou que *très-peu* de carbonate d'ammoniaque. Il se conserve pendant longtemps sans subir la moindre altération. Exposé à l'air, il en altère légèrement l'humidité; par conséquent, il est très-soluble dans l'eau. L'alcool le dissout avec autant de facilité. Chauffé légèrement avec les acides hydrochlorique, azotique, sulfurique, convenablement affaiblis, il forme un composé visqueux, sur lequel l'eau n'a que très-peu d'action. Les alcalis et la plupart des sels n'en troublent point la dissolution, et il n'y a guère que l'azotate de mercure, l'acétate de plomb avec excès d'oxyde, et les sels de fer, qui aient cette propriété; l'infusion de noix de galle ne la possède point.

3588. Passons au procédé par lequel l'auteur l'obtenait: on verse, dans la bile de bœuf, un

excès d'acétate de plomb du commerce; par ce moyen, on précipite la matière jaune et toute la matière grasse; l'oxyde de plomb; on précipite également le phosphorique et l'acide sulfurique du sulfate de soude; la liqueur étant filtrée, on ajoute du sous-acétate de plomb; à mesure que le *picromel* s'empare de l'excès d'oxyde et se dépose, sous forme de flocons, on ajoute la cholestérine. Ces flocons doivent être lavés avec une grande eau par décantation, puis placés sur un filtre, avec une petite quantité d'eau, et soumis à l'action d'un courant de gaz sulfuré, pour séparer le plomb. Après avoir filtré la liqueur, on l'évapore le plus possible; l'on traite à froid le résidu par l'éther, qui dissout la cholestérine; le nouveau résidu est le *picromel pur*, d'après l'auteur.

3589 Mais si l'auteur, avant d'imposer un nouveau nom à ce produit, avait voulu mélanger deux à deux, trois à trois, les différentes substances que l'analyse indique dans le bœuf, il se serait convaincu qu'un mélange de sucre, de résine, d'huile acide et de bile présente tous les phénomènes qu'il a attribués au *picromel*. Et aujourd'hui, il est remarquable que jamais de condamner les chimistes à apprendre, comme des faits, des résultats qui, même aux plus beaux yeux, l'ancienne méthode, n'inspiraient qu'une grande confiance. Le *picromel* n'est qu'un mélange du sucre, de la résine, de l'huile du sel marin, et d'une foule d'autres substances qui existent dans la bile, et que le sous-acétate de plomb, en s'enveloppant de sucre, entraîne nécessairement dans le précipité; précipités qui deviennent également solubles dans l'eau et dans l'alcool, à l'exception des acides que l'opération n'a pas manqué d'enlever ou d'en dégager.

3570. Quant à la saveur d'abord sucrée du *picromel*, elle provient du sucre et de résine d'un côté, et de l'autre. Les saveurs diverses ne se manifestent que successivement; la moindre ne se sentir que lorsque l'autre a épuisé son action (1646); or, ici, c'est la résine qui forme la grande quantité du mélange; c'est de la résine que la saveur doit se manifester plus longtemps; posez de toutes pièces un mélange de sucre et de résine, et vous reproduirez les successions rapides qu'avec ce *picromel*.

3571. Braconnot considérait le

comme un mélange d'une résine acide qui en constitue la plus grande de margarique, d'acide oléique, d'une *male*, d'une *matière colorante verte*, *très-amère* de nature alcaline; et système de compensation), l'auteur, cherché à éliminer le picromel, ne s'est pas de signaler une nouvelle substance, sucré incolore, qui *devient pourpre*, *par l'acide sulfurique*. Mais c'est une erreur d'induction, qui perd de sa valeur dans des mélanges, en fait de réactions, ne peut faire la part des caractères. Il est facile de se rendre compte de la substance de Braconnot, que de l'analyse universitaire de Thénard. En effet, le *picromel* étant un mélange de résine, d'huile et de sel marin, si on le traite par l'acide sulfurique concentré, le résidu devient d'abord *purpurin* (3167) sous l'action de l'acide sulfurique sur l'huile et sous l'action en même temps l'acide sulfurique sur le sel marin, l'acide hydrochlorique, par conséquent, réagira sur l'albumine, réaction caractérisée par une coloration d'abord violette puis bleue (1534). Composez de toutes ces parties un mélange; et par l'acide sulfurique vous obtiendrez exactement le même ré-

ultat. Berzélius, la bile de bœuf serait :

.....	90,44
résine (y compris la graisse).	8,00
de la vésicule. ....	0,30
de la viande, chlorure et lactate	
.....	0,74
.....	0,41
de la soude, de chaux, et tra-	
substance insoluble dans	
.....	0,11
	<hr/> 100,00

On avait pourtant annoncé, en tête de l'analyse, que la bile était une substance plus simple que le pensait Thénard. On cherche en vain l'analyse qui lui est propre, les preuves de sa nature. Comme l'auteur a développé les expériences qui l'ont amené à ce résultat, nous allons à notre tour le faire passer dans notre examen critique. On mêle de la bile, dit l'auteur, de la bile avec l'eau, entre autres, avec une petite quan-

» tité d'acide, même d'acide acétique, il s'y forme  
» un précipité jaune clair, qui est composé du  
» *mucus* de la vésicule biliaire, dont une cer-  
» taine quantité était dissoute dans la bile. Par  
» cette précipitation, la liqueur perd son carac-  
» tère mucilagineux. »

3574. Ce prétendu *mucus* n'est autre chose que l'albumine et l'huile dissoutes par l'alcali de la bile, et qui enveloppent, en se précipitant, tout ce qui était dissous avec elle dans le liquide biliaire. L'acide, en s'emparant de l'alcali, enlève à l'albumine et à la matière grasse, leur dissolvant, et le liquide se clarifie (3464). Comment ne pas faire aux procédés analytiques l'application des phénomènes que nous évaluons si bien dans les procédés industriels; et pourquoi ranger dans un cas, au nombre des produits immédiats, un *coagulum* que nous savons être si multiple dans l'autre? Composez de toutes pièces un mélange d'huile, d'albumine, de soude et de résine; vous aurez un liquide mucilagineux, c'est-à-dire un liquide dans lequel les trois substances organiques se trouveront à l'état liquide et à l'état globulaire. Si vous versez de l'acide acétique dans ce mélange, il se produira un précipité insoluble, et le liquide reprendra sa limpidité.

3575. « Si l'on filtre ensuite la bile, et qu'on y verse encore de l'acide, on trouve qu'elle se coagule par les mêmes acides que ceux qui déterminent la coagulation du sang, à l'exception de l'acide acétique et de l'acide phosphorique dissous depuis plusieurs jours. »

3576. Tous les acides ne dissolvent pas l'albumine; et l'acide hydrochlorique lui-même commence par la coaguler avant de la dissoudre et de se colorer. L'acide acétique, au contraire, et l'acide phosphorique dissous ne se coagulent jamais et la dissolvent vite. Or, dans le cas ci-dessus, l'acide acétique en excès a repris une partie de l'albumine qu'il a enlevée à la soude; il la tient en dissolution; l'addition d'une nouvelle quantité d'acide ne peut qu'augmenter la solubilité de l'albumine et la limpidité de l'eau. Ce qui sert de dissolvant à une chose ne saurait la coaguler.

3577. « Si l'on évapore de la bile de bœuf jusqu'à consistance d'extrait, et qu'on mêle cet extrait avec de l'alcool, il reste une substance d'un gris jaune, qui ne se dissout pas. Cette substance, qui, en outre, n'est plus soluble dans l'eau, était regardée par les anciens chimistes comme de l'albumine; mais l'acide acétique la précipitant de la bile, elle ne peut point en être. C'est le *mucus* de la vésicule biliaire,

quoique, dans cet état, il n'ait point l'aspect de celui qui couvre la face interne de la vésicule. »

3578. Voilà pourr-ànt à quoi tiennent les créations nominales des substances organiques ! De ce que l'albumine ordinaire et employée isolément est soluble dans l'acide acétique, et de ce que, dans un mélange très-compliqué, l'acide acétique occasionne un *coagulum*, on en conclut que ce coagulum n'est nullement de l'albumine, or si l'on procédait par vérification, il n'en coûterait pas beaucoup pour précipiter, avec l'acide acétique, l'albumine de l'œuf de poule ; il suffirait de la dissoudre préalablement dans le même alcali que possède la bile, dans la soude ; on obtiendrait alors de ce mélange, avec l'acide acétique, un précipité aussi volumineux. Le *mucus* de Berzélius n'est donc que de l'albumine précipitée, par l'acide acétique, de sa dissolution dans un alcali.

3579. Le *mucus*, qui couvre la face interne de la vésicule, détaché par le raclage des parois de la vésicule, ressemble parfaitement à du mucus nasal jaune. Les acides étendus le coagulent en une masse opaque, d'un jaune clair non mucilagineux, mais qui devient mucilagineuse et claire, dès qu'on sature exactement l'acide avec un alcali. »

3580. Le raclage enlève, avec la substance qui recouvre les parois, les tissus muqueux qui en tapissent la surface ; les acides doivent coaguler la solution alcaline biliaire, d'autant plus abondamment qu'ils sont plus étendus ; car, en excès et trop concentrés, la plupart de ces acides, après avoir saturé le dissolvant alcalin, redissoudraient à leur tour l'albumine pour leur compte. Mais ce précipité est un mélange encore plus compliqué que dans la première circonstance, et lorsqu'on n'opère que sur le liquide, il doit renfermer abondamment des tissus insolubles et organisés (1908). Nous ne consacrerons pas une longue réfutation aux autres caractères que l'auteur assigne à ce mucus : quel est celui de nos lecteurs, qui, ayant médité les principes d'induction consignés dans cet ouvrage, ne soit en état d'expliquer de prime abord, comment il se fait que ce précipité devienne, en séchant, clair, transparent et jaunâtre (1505) ; — qu'arrosé sous cette forme, avec de l'eau, il se gonfle un peu, devient gluant et non muqueux (3156) ; — que le traitement par l'alcool lui fasse perdre sa viscosité (1230), — et qu'alors l'eau ne la lui rende plus (1517) ; — que le précipité obtenu au moyen d'un acide, rougisso le tournesol, et qu'il n'abandonne pas son acidité,

quand on le traite par l'eau (1149) ajoutant au mélange un peu de lin, de manière à solutionner l'acide, reprenne ses propriétés mucilagineuses (1518) ? Nous ne nous y arrêtons pas plus longtemps.

3581. La dissolution alcoolique desséchée contient les substances de la bile. On distille l'alcool au bain-marie, on dissout le résidu dans un peu d'eau, on ajoute de l'acide sulfurique, on chauffe, bientôt un précipité consistant en une combinaison que avec la ou les substances qui

3582. L'alcool dissout tout ce qui est soluble dans le menstrue ; si vous étendez de l'acide sulfurique étendu, les substances se précipitent à la fois à l'état de huile, résine, enveloppant le sulfure.

3583. Tant que la matière est toute précipitée, cette liqueur est même trouble. Ce n'est qu'après qu'elle n'a plus de couleur, »

3584. Il en est de même de toutes les dissolutions ou tenu en suspension dans l'eau, dissout la biumine ou l'huile. Des acides coagulent ou se figent, elles enveloppent la matière colorante, de manière à la rendre insoluble.

3585. Le précipité acide, cette combinaison d'acide sulfurique et de la bile, est très peu soluble, est totalement insoluble dans l'eau, une petite quantité d'acide sulfurique dans l'alcool, comme une résine, une grande partie précipitée par l'eau, gère sa dissolution alcoolique au bain-marie, jusqu'à ce qu'elle ait aucune réaction indiquant la présence de l'acide libre, l'acide sulfurique est ainsi, et la matière qui était colorante reste dissoute. »

3586. Ces expressions *se dissout* ou *en totalité*, en grande partie, suffisamment l'existence d'un mélange que l'auteur a pu prendre, pour d'une seule substance sui generis, d'une portion des mélanges, et la l'autre dans le liquide en ébullition.

3587. En évaporant cette dissolution, on tient une masse extractive d'un

qui a l'amertume particulière, et propriétés caractéristiques de la bile. Je lui ai donné à cette substance le nom de *picromel*, et je l'ai considérée comme la matière constituante de la bile. Nous voyons que Gmelin la regarde comme plusieurs substances. »

Il avait raison sur ce point; mais, comme l'a fait Braconnot à l'égard de Théophraste, il éliminait la substance de Berzélius, les substances immédiates, que pour la bile, une substance immédiate de sa

matière biliaire a, sous plusieurs noms, de grands rapports avec le sucre et surtout avec celui de l'*abrus* qui indépendamment de sa saveur douceâtre, s'obtient ordinairement par un principe colorant végétal, avec lui et qu'on ne peut point en

distinguer, car dans la *matière biliaire* de Thénard, le sucre est confondu à la résine, à une substance matière colorante, comme dans le *picromel*.

et Tiedemann (\*) ont porté si loin l'analyse des substances qui, d'après eux, composent la bile, qu'il ne manque plus à leur

tableau des nombres indiquant les proportions chacune d'elles entre elles. Cette analyse serait dès ce jour un beau tour de force de la méthode chimique; regrettons vivement que les auteurs n'aient pu offrir cet accessoire; nous aurions eu un budget synoptique à offrir à nos deux auteurs admettent dans la

matière colorante, qui passe à la distillation

de la matière biliaire, qu'ils nomment *choline*.

matière biliaire;  
matière biliaire;

matière colorante;

matière très-azotée, faiblement soluble dans l'alcool, mais soluble à chaud;

matière animale? (gliadine) insoluble

expérimentales, chimiques et physiologiques  
traduit de l'allemand par Jourdan. Paris, 1826,

dans l'eau, mais soluble dans l'alcool à chaud;

9° Une matière soluble dans l'eau et dans l'alcool, et précipitable par la teinture de noix de galle? (*osmazôme*);

10° Une matière qui répand une odeur urineuse quand on la chauffe;

11° Une matière soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et précipitable par les acides (matière caséuse, peut-être avec la matière salivaire?);

12° Du mucus;

13° Du bicarbonate d'ammoniaque;

14°-20° Des margarate, oléate, acétate, chlorate, bicarbonate, phosphate et sulfate de soude (avec peu de potasse);

21° Du chlorure de sodium;

22° Du phosphate de chaux;

23° De l'eau, qui s'élève à 91,51 pour 100.

3592. D'après eux la bile du chien se composerait de :

1° Un principe colorant;

2° De choline;

3° Probablement de résine, en petite quantité toutefois; ce qui fait qu'elle est précipitée peu abondamment par l'acétate de plomb neutre;

4° De picromel;

5° De beaucoup de matière colorante;

6° D'une matière qui se précipite de la dissolution alcoolique chaude, par le refroidissement? (gliadine);

7° De la matière salivaire ou une matière analogue;

8° Du mucus. Il paraît, disent les auteurs, que la bile ne contient qu'une très-petite quantité de cette substance en dissolution, puisqu'on n'y trouve pas du tout, ou du moins très-peu, de carbonate de soude;

9° Probablement du margarate et de l'oléate de potasse;

10° De l'acétate, du phosphate, du sulfate de soude et du chlorure de sodium;

11° Du phosphate de chaux;

3593. Quant à la bile de l'homme, ils y ont trouvé de la choline, de la résine, du picromel et de l'acide oléique, du mucus, une grande quantité d'une matière soluble dans l'eau, une matière colorante, et, ajoutent-ils, « sans contredit aussi plusieurs autres substances; nous n'avons pas été à la recherche de l'asparagine biliaire. » Comme on le voit, le nombre et la quantité des substances varient en raison du temps qu'on met à les chercher, en sorte qu'avec un peu plus de temps la somme s'allongerait encore probablement de quelques chiffres.



Cherchons maintenant à faire le dépouillement de cette liste, dans laquelle chaque substance s'inscrit avec un large doute au front.

5594. Quelle différence entre le principe colorant et la matière colorante ? C'est que le premier passe à la distillation, et la seconde reste dans le mucus ; distinction, comme on le voit, qui est fondée sur un départ plus ou moins facile, et non sur un caractère essentiel. Or, à ce prix, il n'est pas de matière colorante d'un suc qui ne pût se partager en deux substances, lorsqu'une portion se trouverait enveloppée par un précipité, et que l'autre se trouverait mêlée à une substance volatile. Ces deux articles de l'analyse doivent donc être réunis en un seul.

Nous avons fait la part du *picromel* ; les auteurs pensent l'avoir obtenu à l'état d'une plus grande pureté que Thénard ; nous sommes d'avis, au contraire, qu'ils l'ont encore plus altéré ; car ils l'ont fait passer par un plus grand nombre de procédés. Ils considèrent le *picromel* par eux obtenu comme un *cholate*, c'est-à-dire une combinaison d'acide cholique et de la substance du *picromel*, en se fondant sur ce que leur *picromel* ne donne pas de précipité à froid par les acides, et qu'il ne laisse pas dégager d'ammoniaque par la chaux. Mais, disent-ils, s'il renfermait ce qu'ils appellent un *cholate* d'ammoniaque, la chaux devrait en dégager de l'ammoniaque. Les auteurs, en général, se laissent fréquemment induire en erreur, sur la présence ou l'absence de l'ammoniaque, en employant la réaction de la chaux ; la chaux n'opère pas, sur un composé de résine, d'huile et de sucre, et de sels ammoniacaux, comme un sel isolé à base d'ammoniaque ; on sait avec quelle puissance la substance saccharine retient l'ammoniaque (3156) ; l'emploi de la chaux, au lieu de dégager l'alcali d'un mélange d'albumine et de résine, n'est peut-être propre qu'à en rendre la combinaison plus intime.

L'asparagine biliaire ne porte ce nom que parce que les auteurs ont cru trouver une certaine analogie entre cette substance et l'asparagine de Vauquelin, mais ils n'ont nullement cherché à la soumettre à une analyse élémentaire, ni même à une analyse qualitative qui inspire quelque confiance. Elle s'obtient, de l'eau par laquelle on a traité le *picromel*, en cristaux prismatiques, incolores, à pans inégaux, terminés par des pyramides à quatre ou six faces, qui fondent au feu en une liqueur épaisse, brunissent, se boursouflent, développent une odeur empyreumatique, douceâtre, semblable à de l'indigo qui brûle, et

laissent un charbon boursoufflé ; distillation un liquide aqueux, incolore, qui fait le tournesol, et dégage beaucoup par la potasse. A tous ces caractères, facile de reconnaître, dans l'avis de plusieurs auteurs, un sel ammoniacal mêlé à d'autres sels et au sucre ; est-ce un hydrochlorate d'ammoniaque ? La réaction par le nitrate d'argent indiquerait assez clairement l'hydrochlorique entre pour une part raison.

Plus tard, Gmelin a appelé cette substance *picromel* ; et de deux noms.

La matière très-azotée, faiblement soluble dans l'alcool, même à chaud, n'a certainement été reconnue en procédant sur le mucus sans contredit de l'albumine essayée par l'alcool froid, quand elle a été comparée, et essayée par l'alcool bouillant, et passé par le traitement alcalin.

Il faut en dire autant d'une autre substance que les auteurs soupçonnent être l'asparagine (1272), et d'une autre qu'ils appellent l'*asparagisme*, les caractères qui leur ont servi à distinguer ces deux principes ne proviennent que des traitements qu'ils ont fait subir à deux quantités de la même substance.

La matière qui répand une odeur forte quand on la chauffe, n'est qu'un composé de diverses substances de la bile, aux menstrues par lesquels on a traité le mucus, et qui arrivent fréquemment de reproduire des principes odorants, en faisant évaporer un dissous dans un sel ammoniacal, et dans l'alcool, et même dans l'éther, comme on l'a vu dans la précédente qu'il nous a suffi de traiter l'arabique par l'oxalate d'ammoniaque pour dégager par évaporation l'odeur de la bile (3122).

La matière soluble dans l'eau, l'alcool, et précipitable par les acides, n'est certainement que de l'albumine rendue soluble par un menstrue alcalin.

Quant à la choline ou cholestérine, substance grasse de la bile plus ou moins dans sa fusibilité et sa solubilité, qui se dissout dans la savonne, et par son mélange avec le sucre, enfin, quant aux acides empyreumatique, oléique, aux margariques, ce sont des produits

els nous nous expliquerons plus en nous occupant du groupe des ganisantes.

il impossible, du reste, de suivre auteurs de ces analyses, dans les ls qui servent de bases à leurs l'un dédale où l'on perd une sub-vers toutes les divisions et subdivi- z et b, I et II, 1 et 2, par où la e seule comme à une filière, lais- e instant le lecteur désorienté. Les ifs se déduisent en général d'une s confuse.

avoir ainsi éliminé, de la bile, tout ipulation lui prêtait à tort, il nous : concevoir ce que cette sécrétion e de réel, et de nous faire une idée : lequel les substances qui la com- uvent mélangées. La bile renferme ucre, de la résine, de l'huile, de de la soude, sans parler des sels qui e accessoirement. Or la soude rend résine, l'huile, etc., solubles éga- 'eau et dans l'alcool; la bile n'est nt un savon, c'est-à-dire une com- ile et de soude; c'est en quelque n albuminoso-résineux, c'est-à-dire ombiné de telle sorte, que toutes ces viennent à la fois solubles dans les i, sans la présence de l'alcali, ne dissoudre toutes également. Ce qui la bile, c'est son alcalinité; et c'est re qu'elle doit influencer spécialement ns digestives. La bile ne varie, chez maux, que par les proportions des nces.

est pas ici le lieu de parler des cal- que l'on rencontre fréquemment uits de la bile; nous citerons seu- être complet, la matière jaune, que porté à considérer comme différente matières colorantes connues jusqu'à qui constituerait souvent, d'après s de la vésicule du bœuf, et presque la vésicule de l'homme; dans les iques d'un éléphant mort au Jardin il y a trente ans, on en trouva jus- ammes. C'est une matière jaune et lente lorsqu'elle est sèche, insipide, pesante que l'eau, qui donne au onate d'ammoniaque, et laisse un est insoluble dans l'eau, dans l'al- iles; soluble dans les alcalis, d'où

elle est précipitée en flocons bruns verdâtres par les acides. L'acide hydrochlorique ne l'attaque qu'avec peine; il la rend d'un beau vert. En vérité, cette matière colorante serait réellement, comme le dit l'auteur, distincte de toutes les matières colorantes connues, si elle n'était un mélange albumineux de toutes les substances qui rentrent dans la composition de la bile.

3597. **Résumé.** — Le chyme est acide; c'est une pâte composée de tout ce qui a résisté à l'élaboration stomacale, et de tout ce que l'élaboration stomacale a eu le temps d'extraire de soluble des tissus végétaux ou animaux qui ont été pris comme aliments. Le gluten et l'albumine y sont en dissolution, à la faveur de l'acide, avec le sucre, les sels, la gomme, et la résine des sucS alimentaires.

Une fois que la digestion stomacale n'a plus rien à transformer dans ce suc, le bol alimentaire est entraîné vers le pylore, et passe dans le duo-dénum, où il s'imprègne du suc pancréatique et de la bile, dont sa présence détermine l'écoulement. Tout à coup l'acidité du bol alimentaire est remplacée par l'alcalinité; l'alcali de la bile sature l'acide du chyme, et par ce seul fait le chyme devient **CHYLE**, substance que les parois intestinales aspirent et filtrent, pour ainsi dire, à travers leurs tissus, substance enfin qui ne diffère de la lymphe, que par le canal dans lequel le chimiste la surprend, et du sang, que par l'absence de la matière colorante. Lorsque les parois intestinales ont achevé, jusqu'à la dernière molécule, le triage du sang blanc que nous nommons le chyle, le résidu est arrivé successivement jusqu'au rectum, par suite de cette aspiration, dont sont douées toutes les surfaces du canal intestinal.

Ce résidu, c'est la matière fécale, matière épuisée et désormais inhabile à toute espèce de digestion pour les animaux supérieurs, mais qui ne laisse pas que d'offrir encore des conditions, qui le rendent alimentaire pour les larves de certaines espèces d'insectes.

3598. **FÈCES OU MATIÈRES FÉCALES.** — La composition de ce *caput mortuum* de la digestion varie, non-seulement selon les espèces d'animaux carnivores ou herbivores, non-seulement selon la constitution hygiénique des individus de la même espèce, mais encore selon le genre d'alimentation qui les a nourris à l'époque qui précède l'expérience. On y trouve intacts tous les tissus trop ligneux ou trop osseux pour être attaqués par

Cherchons maintenant à faire le dévou  
de cette liste, dans laquelle chaque  
s'inscrit avec un large doute au front

3603 Quelle différence entre le  
lorant et la matière colorante  
premier passe à la distillation, et  
reste dans le résidu, distinct  
le voit, qui est fondée sur  
moins facile, et non sur un  
Or, à ce prix, il n'est gu  
d'un suc qui ne pût se par  
ces, lorsqu'une portion  
par un précipité, et qu  
langée à une substance  
de l'analyse devient

Nous avons fait  
pensent l'avoir o  
pureté que l'él  
contraire, qu  
ils l'ont fa  
de procédés  
obtenus  
bination  
pu rité  
ne d  
et qu  
la él

PAR L'ACTE DE LA  
que nous avons ex  
que la métamor  
due au mélange de  
tout. Cependant, il est  
expérimentateurs,  
non, comme la matière  
dans le canal intesti  
d'autant les canaux  
sur un animal vi  
saires qui se rendent au  
manière que l'écoulement  
ne pût pas s'opérer,  
néanmoins le chyme perdre  
mouvement, et y devenir  
première fois que les vivi  
les conséquences extraordi  
de malheur de se hâter de  
cher. La physiologie dite ex  
habitués de longue main à ces  
anomalie et d'étrange  
Il nous paraît  
mieux que

, tout capable d'intercep  
comme le ferait une classe  
de comment ne pas voir  
la ligature jusqu'à couper  
paraître les plus des pareils  
sies? et c'est entre ces petits  
dans le cas de s'échapper dans  
que, et de venir se mêler avec  
transformer en chyle.

3601. Que la bile ensuite soit  
une déjection de la glande  
plus là qu'une question de mo  
médiat de deux produits, dont  
l'autre alcalin, ne saurait être  
un mélange sans conséquence,  
pérer sans que les deux élém  
condition. Si la bile n'exerçait  
une influence favorable à la  
en exercerait une défavorable  
les fonctions digestives, si elle  
rien.

## § II. Propriétés nutritives

3602. Les auteurs de la chi  
cienne nous entretiennent souve  
ment, des propriétés nutritive  
alimentaires. Les auteurs d'é  
domestique établissent, par  
rapports de nutritibilité qu'offre  
aliments divers; on voit dans  
telle substance est quatre fois  
plus nutritive qu'une autre;  
tableau de Daum (\*), la faculté  
pomme de terre serait à celle du  
rapport de 15 à 48, selon Mey  
selon Block, et de 15 à 74, s  
que d'après un travail récent  
médecine, ce rapport serait de  
est de même de toutes les évaluat  
autres espèces de substances ali

3603 Einhoff assure avoir pu  
uniquement la substance nutri  
d'espèces, qui servent d'aliment  
et aux animaux. Ses résultats  
der, et avec ceux de l'expérie  
côté, et avec ceux des autres

3604 Mais cette divergence  
obtenus, semblerait indiquer  
s'accordent sur le signalement  
caractères de la substance

ni en aucune espèce de science, on ne l'a jamais connue. Et pourtant on cherchait vainement, dans un seul auteur, une définition précise de la substance nutritive basée sur l'expérience, pour la faire démêler entre mille autres, de toutes espèces de nutrition. Si je demande aux chimistes quelles sont les substances alimentaires nutritives, les uns me nomment celles-ci, les autres nomment celles-là; si je leur demande des rapports, les uns me donnent un rapport simple et quadruple des autres, et tout cela et d'autre, en tableaux synoptiques, la confusion frappe l'œil et semble ne pas laisser joindre place à un doute; il faut comparer ces tableaux entre eux, pour ne plus rien comprendre.

Je vins de m'informer si réellement tous les chimistes se comprenaient eux-mêmes; et je leur posai la question qui aurait dû être pour eux la base de toutes; je leur demandai de me dire ce qu'ils entendent par substance nutritive, sur quelles bases ils se sont fondés, pour en faire des rapports, dans les diverses plantes. On me dit que sur cette question, ils s'entendaient encore moins que sur la première; et que la substance nutritive, aux yeux des uns, était la substance indigeste, et même imbibable, aux yeux des autres. Model et Magendie avaient regardé le gluten comme nutritif et l'amidon comme nutritif. Eh bien! Magendie, qui ignoraient absolument les travaux de Model et de Parmentier, trouvaient tout le contraire; et à leurs yeux le gluten était éminemment nutritif, et le sucre, la gomme, etc., enfin tout ce qui n'est pas indigeste et causerait la mort, si on le faisait long-temps une semblable nourriture ne changer. Il n'est certes pas possible d'avoir d'opinion d'une manière plus contra-

prendre parti? Ne vous hâtez jamais de prendre parti, avant d'avoir bien posé la question; mais tâchez de bien poser la question, et vous ouvrirez alors que les deux partis qui se trouvent opposés partaient d'un principe commun.

On ne se donnaient pas le moins du monde de soumettre la question à la sanction de l'expérience; mais admettant que les substances solubles dans l'eau chaude, d'un aliment, en forment la substance véritablement nutritive, ils se mettaient à extraire les parties solubles (sucre, gomme, amidon,

albumine, gélatine); et, en défalquant, du poids du résidu après l'opération, le poids de la substance alimentaire avant la manipulation chimique, ils obtenaient l'indice de nutritibilité, pour ainsi dire, de l'aliment. A leurs yeux, un aliment devenait plus ou moins nutritif qu'un autre, selon qu'il renfermait, en poids, une plus ou moins grande quantité de sucre, d'amidon, et d'extractif soluble ou d'extractif de viande. Ceux-ci procédaient donc uniquement par la voie chimique; et les résultats qu'ils obtenaient, étaient sans doute divergents, mais jamais contradictoires; ils établissaient que telle substance nourrit mieux que telle autre; mais ils n'assuraient jamais précisément que la substance nutritive de tel auteur ne fût nullement nutritive; ils ne poussaient pas leurs conséquences jusqu'à un pareil démenti. Or, qui l'aurait cru? c'est la méthode expérimentale qui se trouvait forcément amenée à cette forme de dénégation; elle, si sage, si timide, si défiante d'elle-même, qui a horreur de la logique, et ne veut presque toucher aux faits qu'en se bandant les yeux; qui coupe un animal en deux pour en extraire un fait, mais qui se garderait bien de rejoindre par la pensée les deux morceaux, pour se représenter comment le fait a pris naissance, eh bien! c'était elle qui était forcément entraînée aux dénégations transcendantes, extraordinaires, miraculeuses même; et qui vous criait solennellement dans les cours: « Vous avez cru, mortels, jusqu'ici que le sucre, le miel et l'amidon contribuaient à vous nourrir; abandonnez ces croyances, et vivez de gluten. La nature a presque eu tort de mêler, dans la farine des céréales, le gluten qui nous nourrit, à l'amidon qui nous pèse. » Et l'oracle se répétait ensuite dans les cours et concours, dans les rapports du conseil de salubrité publique, à la manutention des vivres de la guerre et des prisons, au ministère et dans les considérants destinés à éclairer le public, sur la qualité des substances alimentaires. Mais on remarquait pourtant que de tous les intéressés à la question, l'estomac des administrés et l'estomac de l'expérimentateur lui-même étaient les derniers à se rendre à l'évidence de la démonstration. Les procédés d'expérimentation, du reste, n'avaient rien de fort compliqué; les résultats obtenus étaient visibles et palpables pour tout le monde; il était impossible de les révoquer en doute.

3605. Pénétrons donc, pour nous éclairer, dans les procédés de l'expérimentation. Magendie nourrissait des petits chiens pendant un certain temps, tantôt avec du sucre seul pour aliment, tantôt

avec de la gomme, tantôt avec de l'amidon, tantôt avec de l'huile, tantôt avec du beurre; enfin toujours avec une seule substance non azotée (857), et de l'eau distillée pour boisson; mais il leur donnait de l'un et de l'autre à discrétion; en conséquence, dans le cas où le sucre et l'eau eussent été nutritifs, il était impossible que l'animal mourût d'inanition. Et pourtant, au bout de quelque temps, l'animal maigrissait, il ne pouvait plus marcher ni avaler, et il expirait, tantôt plus tôt, tantôt plus tard. Sur ces entre faites survenait Chevreul, qui trouvait que leur urine n'offrait aucune trace d'acide urique ni de phosphate; que la bile contenait une proportion considérable de picromel, et que les excréments renfermaient très-peu d'azote. D'où l'auteur concluait qu'aucune de ces substances n'est nutritive; et que dans les céréales, c'est le gluten qui est nourrissant. Mais il ne vint pas l'idée à l'auteur d'expérimenter, en administrant le gluten seul à ses petits chiens; ce que la logique, cependant, indiquait hautement comme contre-épreuve; or si l'auteur avait servi du gluten seul à ces pauvres petits animaux, il les aurait vus dépérir aussi vite que par la première méthode; et c'est précisément avec la méthode de Magendie, que Mûgel et Parmentier étaient arrivés à déclarer que le gluten est indigeste; car ces deux auteurs n'avaient nourri des chiens qu'avec du gluten obtenu par la malaxation (1226). Concluez maintenant les deux résultats avec l'expérience: le gluten ne nourrit pas, l'amidon ne nourrit pas, le sucre ne nourrit pas, l'huile nourrit encore moins, et pourtant le pain de froment, qui est un composé de gluten, d'amidon, de sucre, d'huile, est nourrissant. Il faut avouer qu'il n'y a au monde que la physiologie expérimentale, à qui il arrive de pareils contre-temps; **UN ALIMENT EST NUTRITIF, QUOIQU'IL NE CONTIENNE PAS UN SEUL ÉLÉMENT ALIMENTAIRE!**

3606. Du reste, les auteurs d'économie publique avaient précédé de bien loin Magendie et les expérimentateurs académiques, dans cette méthode d'évaluation. Lorsque Papin eut découvert l'action qu'exerçait la vapeur comprimée, sur la transformation des tissus insolubles, et surtout des os; dès qu'il fut parvenu à rendre pulpeux et gélatineux la substance osseuse, il pensa à utiliser en faveur du plus grand nombre, les produits qu'alors on jetait aux chiens ou au rebut; il se proposa de faire passer la gélatine (1556) au nombre des substances alimentaires, mais seulement des substances alimentaires destinées au pauvre, qui, comme on le sait, en économie publique, prend

rang, tantôt à côté, tantôt un cran au-dessous du genre chien; et, en reportant son regard à l'époque, où la charité chrétienne se proposait de soulager les classes inférieures, et de rendre hommage aux vœux économiques, et de lui savoir gré d'avoir voulu donner les os à ronger, sous une forme qui ne serait pas plus du goût du pauvre que sous l'autre forme; Papin alla céder, ses marmites autoclaves et Charles II, roi d'Angleterre, roi de nation dont le paupérisme forme le plaisir. Ce roi, préoccupé de la liste, était sur le point de passer marché avec les français, lorsqu'on lui annonça une pétition qui demandait à présenter requête, et la nation se composait de ses mœurs de portait à leur cou un placet, par lequel ils priaient le roi de ne pas les priver de ce qui leur revenait de droit de temps en temps. Dans ce temps de privilèges, le roi n'était pas à l'instar de tous les autres; et les lois dont la jovialité ne fait pas toujours, vèrent ainsi les pauvres de l'Angleterre.

3607. L'idée de Papin a été reprise, il y a plus de vingt ans déjà, avec une ardeur et de bonnes intentions dignes de la cause, et le succès n'a certainement couronné ses efforts. La gélatine, malgré les objections apportées dans les procédés, a trouvé fort peu d'administrateurs; son introduction dans le régime du goût des administrés en repoussait.

La science des confrères de d'Arès, démontrer, par la chimie et la voie de la répugnance des administrés et de formerait une bibliothèque, avec tout ce que cette question a fait paraître. Que de contre-notes pleuvaient, à une censure sur le bureau de l'Académie des sciences, d'articles singuliers n'inscrivent pas incompétents, et jusqu'à la *Tribune* rendait alors depositaire de ses attaques gélatine, et de ses annonces de pain de terre, pour le pauvre s'entend, car, essentiellement philanthrope. La malade avait réuni contre elle, à ces *gants jaunes* comme les mains du *Journal des Débats* et la *Tribune* Gannail qui depuis n'ont plus en



laquelle on ne risque pas de se voir vivre que de gélatine. L'auteur avait publié, en 1820, un petit traité sur qu'en se nourrissant de gélatine, dans le cas d'économiser au moins sur; on aurait pu en publier un aussi montrant qu'en ne buvant que de l'eau on aurait pu en économiser quarante; treize fois plus économique que par l'usage du vin. Les adversaires de la gélatine ont contre-pied; Gannal soutenait que la gélatine non-seulement n'était pas nutritive, mais qu'elle était un *poison* mortel; il s'en est exclusivement pendant quinze jours, et, tout ce temps, éprouvé une fièvre. L'auteur, infailiblement l'aurait conduit au tombeau si nous n'avons pas de peine à le croire; mais nous ne pouvons nous empêcher de nous demander seulement de quelle santé l'expérimentateur, pour avoir pu se livrer à la démonstration, n'a-t-il pas commis une erreur dans les chiffres; ou bien l'expérimentateur quelque chose qui arriva à ce pieux archevêque, pendant tout le carême, pour un plat de légumes, un plat de rognons de poulet et chaque jour à grands frais son estomac sans doute par pitié pour l'expérimentateur, la damoiseau du logis aura glissé quelque chose de succulent, dans la ration expérimentale. Cependant nous admettons les faits, et nous félicitons l'auteur d'être quitte à si bon compte.

Le 6 juin 1831) écrivit à l'auteur pour lui annoncer qu'il avait cherché à faire un usage de la gélatine, qu'il en avait fait un usage immodéré. Mais l'auteur, obligé de se tenir sur son monde assez élevé, et de se ranger à l'usage des tables, sur lesquelles la gélatine n'a jamais certes figuré, aurait dû dire combien de jours il avait fait à la place d'une nourriture succulente, un état de décider, sur le compte de nourriture on devait mettre le défaut signalé par l'auteur. Gay-Lussac, après la lecture de cette lettre, dit, que Donnée, avant de trancher une question aussi importante, aurait dû *procéder avec plus de précision*. Mais qui s'intéresse l'estomac, ne convient à l'estomac du monde; et au lieu de procéder d'après le programme de

Gay-Lussac, Donnée eut le bon sens de répondre à la séance suivante, qu'il n'avait eu nullement l'intention de trancher la question, mais seulement de *provoquer de nouvelles expériences*; ce que Donnée aurait, sans contredit, pu demander à l'Académie, sans s'exposer à une légère incommodité.

Ce n'est pas autrement que s'y prit Julia Fontenelle, dans la séance du 22 août 1831. Sans étayer sa demande d'une bonne et valable indigestion, il offrit à l'Académie son estomac et celui de plusieurs autres sujets, dont le nom restait en blanc, et qui tous, ainsi que lui, faisaient serment de se soumettre à l'expérimentation qu'une commission était sur le point de tenter, sur la nutrition, au moyen de la gélatine. Les offres acceptées, voici le programme que les sujets de l'expérience avaient rédigé, de concert avec l'expérimentateur d'Arcet : 1° Ils se seraient nourris, pendant quinze jours, uniquement avec des soupes faites avec la gélatine, les végétaux non azotés, du pain et une bouteille de vin. Chaque individu ne devait prendre, en aliments réduits par le calcul à l'état sec, que deux livres de nourriture, terme moyen indiqué par Lagrange. — 2° Après cela les expérimentateurs se nourriraient pendant cinq jours comme à l'ordinaire, et reprendraient les expériences n° 1, avec cette différence qu'au lieu de bouillon de gélatine, on emploierait le bouillon de viande. — 3° Après dix jours de nourriture ordinaire, les expériences seraient reprises, mais en se servant des soupes faites de la même manière, sans bouillon de viande ni de gélatine. — 4° Enfin, au commencement, au milieu et à la fin de chaque expérience chaque expérimentateur serait exactement pesé, et sa force musculaire essayée au dynamomètre; on tiendrait compte aussi de l'état du pouls, et de tout ce qui pourrait s'offrir pendant l'expérimentation. Par la perte des forces et du poids, ainsi que par les accidents qui pourraient survenir, on aurait jugé du degré de nutrition des substances qui auraient été employées comme aliment (\*).

3609. A la faveur de ce programme, la santé des sujets se trouvait certainement moins exposée que par suite du programme de Gannal; et pourtant l'offre, d'abord acceptée, n'a pas eu de suites plus dangereuses pour la science que pour l'estomac de ces messieurs. Il en a été de ce programme, comme de tant d'autres, il est resté à l'état de programme.

3610. A Gannal on opposa Payen (\*\*), qui pro-

*chimie médicale*, tome VII, pag. 759, 1831.

(\*\*) *Journ. de chimie médicale*, t. VII, pag. 285-287, 1831.

clamaient hautement la gélatine aromatisée avec quelques légumes, comme une nourriture excellente et très-substantielle, et par conséquent parfaitement convenable *aux indigents, disons plus, aux ouvriers*, aux hommes qui supportent de grandes fatigues, de manière à nourrir sainement et abondamment, pour 10, 12 et 15 centimes par jour, les ouvriers incapables de suffire par leur travail aux besoins de leur famille... » C'est ici le lieu de dire, ajoutait l'auteur, que si l'introduction de ces perfectionnements rencontre des difficultés dans les hôpitaux, il n'en saurait être de même pour les prisons, où la *volonté municipale s'exerce pleine et entière* et sans intermédiaire, ni pour les maisons de détention, dont aucun bail ne devrait être renouvelé, sans qu'on imposât ces améliorations aux adjudicataires ! Il n'en saurait être de même, enfin, pour les hôpitaux militaires et les casernes, où, d'un seul mot, le ministre de la guerre peut opérer les plus heureux changements. »

Espèce de puff, dont la forme n'avait certainement rien de trop flatteur pour la gélatine, que l'auteur plaçant, de la sorte, au rang des peines imposées et infligées par la loi.

3611. Au journaliste Donné on opposa le journaliste Roulin (séance du 4 juillet 1831), qui écrivit « qu'en 1829, se trouvant sans ressources, avec deux jeunes gens de dix-huit à vingt ans et un nègre de cinquante à soixante ans, sur un plateau des Cordilières, il leur vint dans l'idée de manger rôties leurs sandales, qui étaient de cuir non tanné; et après en avoir mangé chacun environ un tiers, ce qui ne leur coûta pas moins de deux heures de mastication, ils se sentirent tous étonnamment restaurés. » Or quelle distance d'un plat de gélatine perfectionnée à un rôti de sandales!

3612. Cependant d'Arcet ne cessait d'opposer aux mécréants l'exemple des hôpitaux, où la gélatine est administrée avec succès, aux convalescents et aux malades, à qui on administre avec un égal succès le sucre et la gomme, qui pourtant, d'après Magendie, tuent les chiens, et tueraient les hommes aux mêmes conditions. Et l'auteur n'en tirait pas moins cette conséquence, qu'il fallait donner aux ouvriers, pour se nourrir, ce qui convient aux convalescents ou aux malades condamnés à la diète.

3613. Enfin (séance du 2 avril 1832) survint Edwards, assisté de Balzac, qui, fatigué de toutes ces incertitudes, apporte à la question une précision représentée par une meute de petits chiens et un volume considérable de rédaction. Comme

on le voit, il emploie la méthode mentier et Magendie. Il nourrit le pain et de la gélatine, mélange qui représente la nourriture ordinaire, qui n'est rien moins qu'exact, et il soie par jour le sujet de l'expérience le régime du pain et de la gélatine, mais insuffisant, que la gélatine pain, a une part effective dans le régime; que le régime du pain remplaçant la solution du gelatin précédent, est susceptible d'opérer complète. » Mais il paraît que n'étaient pas encore assez satisfaits les partisans du régime gélatineux. Côté, le *Nouveau système de ché*, paru en 1833, et le n° 1 du *bulletin*, paru le 8 octobre 1834, aux termes de la question. Le Dr Edwards donne lecture à l'Académie d'un nouveau fruit d'une expérimentation régiment entier et toute une école. Les expériences y doivent être notées qu'on le prévoit; mais comme toutes sur un principe unique, ou le principe est faux, toutes ces expériences valent plus la moitié d'une bonne, consiste à évaluer la nutritivité alimentaire, par la force musculaire au dynamomètre, immédiatement. Les auteurs essayaient sur la force musculaire du sujet, avant le repas, le matin, à midi, le soir, pouvait être formulé d'une manière mais il est malheureusement de fausseté, et l'expérience de chaque prend suffisamment qu'une substance croître considérablement notre force à un moment donné, sans être pour que tel événement, dont l'impression vore notre santé, augmente avec notre force musculaire; qu'enfin lesstances qui commencent par porter la force musculaire à un degré extraordinaire, et qui nous jettent après dans une prostration de force mort. Qui ne sait qu'après une longue un verre d'eau donne au voyageur quelle? Faudrait-il en conclure que l'eau à la nutrition? L'eau de vie accroît la force musculaire dans les premiers moments,

[\*] *Voyez Bulletin scientifique et industriel* n° 132, 18 février 1835.

mac ; l'eau-de-vie devrait dès lors, expériences d'Edwards, être rangée substances nutritives, au même titre que le vin. Qui ne sait encore que certaines personnes, possèdent une force musculaire plus grande que dans les premiers moments de la vie la plus normale ? Par quelle étrange illusion de l'esprit aller voir, dans les signes de la digestion ? Edwards et Balzac ne saurait donc nous dire que la plus prodigieuse perte de poids que nous ayons jamais rencontrée, dans l'histoire de la physiologie académique.

En même temps que se débattait la question de la gélatine, s'agitait la question du pain blanc pour le pauvre. L'économie n'a pas assez de pain blanc de France pour en nourrir tout le monde ; la France a dû lui fabriquer atomistiquement dans un laboratoire, qui n'aurait coûté que quatre livres. L'un composait du pain de paille, et un pain aussi bon que le meilleur de deuxième qualité ; l'autre moyen artificiel de mille manières différentes portait régulièrement, chaque

quartier de pain, au bureau des journaux, avec un article en faveur ; mais, à mon goût, quel était le pire, le pain de paille ou le trognon de pain. « Sa théorie (\*),

sans doute par la lecture du *Nouvel*, admettait que le gluten n'est pas son rôle se borne, dans la panification, à former une espèce de réseau cellulaire qui permet le dégagement du gaz et rend le pain plus léger, que le gluten ne subit aucune altération pendant la panification.

Sur ces principes et d'autres de cette nature, l'offrait, en dernier lieu, à l'Académie des sciences, pour 6 sous les quatre livres, avec un mélange de 10 kil. de farine, 100 gr. de pomme de terre, 200 gr. de sucre, 80 gr. de levûre, 250 gr. de sel, 11 centilitres d'eau, tout fournissant 22 pains de 1/2 livre.

En un mot les articles publiés alors par la presse incompétente, ressemblaient à des contes de l'Évangile sur la multiplication du pain.

Il n'y a de plus singulier dans toute cette histoire, c'est, après de si belles annonces, que n'ont cessé de montrer, et les médecins avarés, et les boulangers. Quoi !

l'on sacrifie sa fortune et sa santé, pour donner à ce malheureux public, au prix de 6 sous les quatre livres, un pain excellent et moins indigeste que l'autre ; et l'ingrat public fait fi de l'offre, et continue à courir, chez le boulanger, payer, jusqu'à 16 sous les quatre livres, un pain qui lui donne des indigestions à son insu ! Vous vous plaignez de la faim, on vous sert, pour 2 sous, un plat de gélatine capable de rassasier toute une famille, pour 1 sou et demi un pain blanc que l'on digère comme du biscuit ; et vous vous récriez encore ! et vous n'y touchez pas ! Incorrigible nation !

3615. Quoi qu'il en soit de l'ingratitude de la nation, ces hautes prétentions de la chimie nous rappellent involontairement la mauvaise plaisanterie de Chaptal, qui parvint à faire accroire à l'un de ses convives, que le poulet qu'on lui servait était un produit chimique, sorti tout chaud de ses matras.

3616. Ce qui ressortait le plus clairement de ce conflit d'annonces et de discussions, c'est que pas un des partisans de l'une ou de l'autre espèce d'alimentation ne s'était fait une idée quelconque des caractères auxquels on aurait pu reconnaître la propriété nutritive. Mais si nul d'entre eux ne la connaissait, chacun d'eux formait à cet égard la même hypothèse ; la substance nutritive devait être une substance *suï generis*, qui agirait aussi bien isolément que mélangée, et qui, pour nourrir, n'aurait eu besoin que d'être introduite dans l'estomac et d'être mise en contact avec les surfaces intestinales. On ne formulait pas aussi nettement la question ; mais c'est du moins la formule que l'on est en droit de déduire, du mode d'expérimentation adopté par les auteurs de l'un et l'autre camp. Nous allons procéder par une autre méthode ; nous allons commencer par chercher la définition de la substance nutritive, avant de nous occuper à la peser, à l'admettre ou à la nier dans un aliment ; et pour arriver à la définition de la substance qui nourrit, nous remonterons jusqu'au mécanisme de la fonction qui digère.

### § III. Théorie de la digestion.

3617. Il n'est pas un animal, à quelque classe qu'il appartienne, que la nature ait jamais nourri exclusivement avec l'une des substances que Magendie avait choisies pour nourrir ses petits chiens. Nulle part on n'a trouvé des larves d'insectes même, se nourrissant de sucre en pain ou liquide ; les infusoires mêmes ne se montrent ja-

niée dans la solution de gomme arabique pure ni dans l'empois non fermenté. On voit bien des Aïres animés du bas de l'échelle vivre longtemps d'une seule nourriture, les uns rongeaient toujours la même feuille, les autres toujours la même tige, les autres toujours la même racine, depuis l'époque de leur éclosion jusqu'à celle de leur métamorphose. Mais si simple que paraisse cette nourriture, elle ne saurait être considérée comme une substance simple et immédiate, comme un principe isolé; bien au contraire; il n'en est pas une de ce genre qui ne réunisse dans ses tissus, un assez grand nombre de substances immédiates organiques et de sels. Parmi les classes d'une organisation supérieure, que les individus soient herbivores, carnivores ou omnivores, il en est peu qui fussent capables de traîner bien loin leur existence, s'ils étaient condamnés à ne vivre, je ne dirai pas que d'une seule substance, mais d'une seule nourriture, alors même que cette nourriture alimentaire serait la plus riche en substances *au génériel*. L'homme ne saurait vivre de pain seul; le chien lui-même ne tiendrait pas longtemps au pain et à la soupe. Le cheval varie son alimentation au moins de trois manières; et le foie seul ne lui conviendrait pas toujours, sans la paille et l'avoine.

5618. Ainsi la digestion n'est pas un acte simple et auquel suffise une seule substance, elle n'a lieu d'une manière normale qu'avec plusieurs d'la fois. Il n'est donc pas une seule substance simple qui soit nutritive à elle seule; cherchons à évaluer combien il en faut, pour concourir à la nutrition.

5619. Si nous voulons nous représenter, par une analyse approximative, la somme des substances qui entrent dans la composition de chacun des aliments dont se nourrit habituellement un animal, il nous sera facile de nous convaincre qu'il ne digère pas une seule fois, sans que le bol alimentaire renferme simultanément une substance saccharine ou saccharifiable (3259), et une substance albumineuse (1496) ou glutineuse (1226), quelle que soit l'uniformité ou la variété de son régime alimentaire. Le pain renferme en abondance du sucre, de l'amidon saccharifié ou saccharifiable, et du gluten. La viande ordinaire renferme moins de sucre et plus de tissus albumineux; mais la viande des jeunes animaux est aussi riche en sucre qu'en albumine. Le foin, composé en général de graminacées, est riche en sucre et en gluten; chaque espèce de graminacée étant un diminutif de la canne à sucre. Enfin

jusque dans la lige que ronge cet  
dans le champignon où s'imprison-  
jusques, enfin, dans les excréments  
saccharée, la substance saccha-  
associée à la substance glutineu-  
seuse.

5620. En conséquence, la digestion s'exerce d'une manière normale, lors même qu'elle s'exerce que sur un bol alimentaire uniquement de sucre et de glucose. Elle ne s'opère jamais en l'absence de l'une ou de l'autre de ces deux substances, et l'isolément prise, est indigeste. Le fait incontestable est que la nutrition s'opère au cours de ces deux substances, et que les conséquences de leur intimité association sont les mêmes.

3621. Or que se passe-t-il sous ce que nous abandonnons à lui-même de sucre et d'albumine ou de gluten ? Les substances réagissent l'une sur l'autre, mouvement intestin et mystérieux, nous sous le nom de fermentation, de cette mutuelle réaction consistant à rester dans le liquide ou plus exactement en acide carbonique et en hydrogène avec effervescence à l'état de gaz, la partie de gluten rentre au mélange en proportion telle, qu'il en reste dans le bol alimentaire, que le sucre en a entièrement disparu. Une nouvelle réaction, entre l'albumine et le gluten de l'autre, dont le produit est l'acide acétique, aux dépens de la partie de cette seconde fermentation, quelque vase que se trouvent ces substances fermentescibles, elles se combinent ensemble d'après les mêmes lois, l'acide sulfurique, mis en contact avec le carbonate calcaire, donnera lieu à la formation du sulfate de chaux, et à un dégagement d'acide carbonique, que la réaction avec la cucurbité ou dans l'estomac nous prétendons en rien assimiler, les principes inertes de la cucurbité aux parois de l'estomac, considération qui est tout à fait à la question et dont nous n'avons pas à démontrer l'absurdité. Mais nous ne pouvons pas en dire plus, nous ne pouvons pas en dire rien du contenu, nous ne sommes en état de connaître et de constater la teneur du contenu, donc, dans le bol alimentaire, le sucre et le gluten réagissent à mesure que le bol alimentaire les mettra en contact, se produira une fermentation et le sucre et le gluten existent en égale

fermentation acétique s'il reste du sucre le sucre aura été décomposé. Or l'observation démontrent que c'est une espèce de fermentation complémentaire, avant de se rendre dans le sang on le trouve fortement acide, et son produit est l'acide acétique.

La digestion stomacale est donc l'analogue de la fermentation acide du sucre ou substances dissolubles, et du gluten. La nutrition, par des appareils de la digestion, a lieu à l'aide des produits d'une fermentation.

Si l'on examine à cette époque, le bol alimentaire, on voit une espèce d'émulsion ou de gluten, dans lequel les substances dissoutes par l'acide, sont en suspension faute d'une quantité suffisante de menstrue. Ce n'est donc pas dans ce menstrue que toutes ces substances grasses et oléagineuses passent dans le sang, mais dans un liquide alcalin. Pour passer dans le sang, la circulation, ce produit acide de la digestion stomacale doit venir se saturer et ne se mêlant à la bile dans le duodé-

Il faut avoir dit que la fermentation saccharifique n'a jamais lieu sans dégagement de gaz carbonique et d'hydrogène; et pourtant, normalement de la digestion, rien de gazeux ne sort au dehors de l'œsophage; l'éructation, le flatulage après certaines digestions, sont des phénomènes passagers ou maladifs, et les animaux n'ayant pas même cette faculté. Le gaz carbonique en abondance, dans l'estomac, détermine le gonflement du stomac et du gaz hydrogène; et ce n'arrive point au dehors et ne mélangé à aucune façon la panse stomacale ni le sang; donc l'acide carbonique et l'hydrogène sont absorbés par les parois stomacales; la nutrition paraît avoir lieu spécialement gazeuse, dans l'estomac.

En résumé, la digestion s'explique par la fermentation. La fermentation est une opération dans laquelle une substance immédiate ne fermentent et abandonnée à elle-même. La propriété d'une substance alimentaire n'est que d'être fermentescible de cette substance; et, tant que la substance alimentaire est en présence du complément de fermentation. Il est donc absurde, pour évaluer la nutrition, qui ne se manifeste qu'avec les deux choses, de n'administrer que les substances isolément. En conséquence, le

sucre, isolément pris, sera indigeste, non pas parce qu'il n'est pas nutritif, mais parce que, pour donner lieu à des produits nutritifs, il manque de la substance complémentaire de la fermentation, de la substance glutineuse. Il en sera de même du gluten isolément pris.

#### § IV. Applications pratiques et économiques.

3626. CLASSIFICATION DES SUBSTANCES ALIMENTAIRES (\*). — Les substances alimentaires sont donc celles qui possèdent, en quantité suffisante, au moins une des deux substances complémentaires de la fermentation digestive, pures de tout mélange capable d'empêcher ou de suspendre le phénomène de la fermentation. Parmi ces substances alimentaires, les unes pourront donc se trouver nourrissantes, seules et sans avoir besoin d'aucune espèce d'association; les autres ne sauraient l'être qu'associées ensemble. En effet, les unes seront riches en substances saccharifiables et en substances glutineuses à la fois; les autres ne posséderont que l'un ou l'autre de ces deux ordres de substances. Les farines, et surtout celle du froment, sont dans le premier cas; la canne à sucre d'un côté, et les feuilles de chou de l'autre, se rangent presque dans le second. Nous diviserons en conséquence les substances alimentaires en deux ordres: les substances complètement nourrissantes, ou *substances saccharo-glutineuses*; et les substances partiellement nourrissantes, qui se composeront des *substances éminemment saccharifères* d'un côté, et des *substances éminemment glutineuses* de l'autre.

3627. Mais, à la suite des substances nourrissantes, il nous semble qu'il serait rationnel d'établir une nouvelle catégorie de substances, qui seraient les *substances* seulement *assimilables*, celles à qui les produits de la fermentation stomacale servent de véhicule, pour passer dans le torrent de la circulation. Les substances résineuses et oléagineuses, et les sels inorganiques eux-mêmes, rentreraient dans cette catégorie. L'action de ces substances serait, non pas de contribuer à la fermentation stomacale, mais de trouver, dans les produits de cette fermentation, un menstrue favorable à leur assimilation, à leur absorption. La fermentation stomacale profiterait, par le dégagement de ses gaz, à la nutrition de

(\*) Voyez *Nouveau système de physiologie végétale et de bot.*, § 2084.



## DEUXIÈME PARTIE.

... dépendent ; elle  
... à l'albumine ,  
... aux sels , qui , en  
... composition duode-  
... l'inspiration des sur-  
... dans le sang.

**DE L'ASSIMILATION SPÉCIALE**  
... d'aspirer les fluides  
... aux seules  
... indique assez hau-  
... de l'estomac aspirent aussi  
... dernières. Nous avons vu  
... gaz dégagés par la ferment-  
... et cette aspiration est celle qui  
... à l'assimilation végé-  
... d'un autre côté , que le  
... et les femelles , ce liquide qui se  
... d'un produit végétal du même  
... instantanément de certaines  
... ingérées dans l'estomac (5536) ; nous  
... que les urines prennent immédiatement  
... de certaines substances ingérées , or ,  
... l'intestin grêle , le bol alimentaire n'offre  
... trace de ces substances odorantes ou  
... reuses ; donc ce n'est pas par les vaisseaux  
... d'écouler que ces substances passent dans le lait  
... dans les urines , il faut donc admettre que c'est  
... par les parois stomacales , et il nous est permis  
... au moins de soupçonner déjà l'existence d'organes  
... qui puisent immédiatement une portion de leurs  
... matériaux dans la pause de l'estomac.

**5599 ABSORPTION DES SUBSTANCES MÉDICINALES.**  
... C'est encore par les parois de l'estomac que les  
... médicaments sont absorbés , pour aller porter  
... presque immédiatement aux organes , et surtout  
... aux glandes élanthia , la substance qui leur  
... manque ou celle qui leur nuit. C'est par cette  
... voie que les poisons organiques sont , non pas  
... décomposés , comme le disait l'ancienne chimie ,  
... mais aspirés ; car s'ils étaient décomposés dans  
... l'estomac , ils cesseraient des lors d'être funestes ;  
... et il aurait dû paraître contradictoire dans les  
... termes , à la médecine légale , qu'on puisse  
... retrouver dans l'estomac , en poids et en volume ,  
... une substance dont l'ingestion a causé la mort ;  
... ces sortes de substances n'agissent certainement  
... pas à distance et par influ.

**5650.** En conséquence , les organes de la  
... digestion sont au premier rang de la  
... nutrition , les premiers à agir sur le sang  
... sont immédiatement influés sur le sang.

quel ordre de circulation et  
immédiatement les autres  
sation nerveuse ? Arrêtons-  
contentons-nous d'avoir si  
antagonisme.

**5651. INFLUENCE DU RÉGIME**  
**DES HABITUS SOCIAUX DE**  
... bien longtemps que les ph  
... cette influence ; ils avaient  
... bitude d'une nourriture plus  
... imprégnée de la miasme  
... bonte aux passions ; combi  
... augmentant la force musc  
... anime et donnait à l'homme  
... le despotisme de la volonté  
... tempérés , dans le herceau  
... humaines , que cette distinc  
... des premiers observateurs ,  
... lieux qu'elle se montre  
... qu'alors. Dans les contrées  
... nourriture dont rendre à l'  
... le climat lui refuse , celle  
... sans doute de nombreuses  
... mentation insuffisante , suffi  
... autant sur le moral qu'uc  
... table. La souffrance , en effet  
... et la souffrance vient au  
... de l'exilé. Dans les pays  
... vie est tout artificielle ,  
... s'effacent de mille manières  
... toutes les exigences de cell  
... nourriture végétale des inc  
... cieuse à l'ouvrier du Nord  
... éminemment animale. L'  
... cependant , à travers le no  
... est facile d'apercevoir ca  
... règle de l'alimentation pri  
... l'influence de la sobriété ,  
... diète , sur le moral d'un  
... désordonné. Quant à l'infl  
... émane inent animale , elle  
... l'homme civilise , par l'é  
... besoin de s'entr'aider , e  
... héréditaire , qui a fin par  
... jusque dans le sang de la p  
... du Nord , essentiellement  
... à quinze cents ans enco  
... leurs descendants ,  
... qu'ils.

... Mais il en est de  
... que l'homme agit sur le  
... sur le sang.

alimentaires (3616); elles ne se prolongent tant de volumes que parce que la question a été mal posée ou n'a pas été posée. Qu'est-ce que la bonté, qu'est-ce que la méchanceté? Le tigre est-il méchant, l'agneau est-il bon? Quand il s'agit de répondre, l'homme ne se met pas de s'interposer comme point de discussion; la question ne se décide réellement que devant lui; il est le juge et le témoin, l'accusé et le plaignant. Le tigre est féroce, nous le dévore; l'agneau est bon, parce qu'il ne nous dévore pas. Mais la tigresse dévore plus personne; dans ce cas, elle est méchante sans doute d'un accès anormal. Cependant qu'à ce même moment on voit la brebis sa progéniture, elle mettra d'un bond en lambeaux, et se ruera sur les morts. Arrachez à la brebis sa progéniture, elle se défendra. Qu'est-ce que la bonté de la brebis et la méchanceté de la tigresse? Les tigres, dit le proverbe, ne se dévorent pas entre eux; ils ne tuent que des animaux que pour en faire leur proie. Les hommes se tuent par vengeance et par intérêt; et ceux d'entre eux qui tuent pour une certaine raison dont on puisse se rendre compte, ce sont les anthropophages, qui tuent pour se venger, pour laisser son place, et pour s'en aller content de sa place. Quel bouleversement d'idées dans la tête de nous exprimer! quel langage on nous a légué la scolastique! Rapprochons-nous de la nature.

À l'état sauvage, l'animal, à qui l'espace n'est point, et qui, partout où il porte ses pas, trouve que lui-même qui soit digne de sa proie, l'animal n'a que deux pensées : se soustraire à son ennemi, et se procurer sa nourriture; manger et n'être pas mangé. La ruse, il évite le danger; par la ruse il se fait à sa faim incessante. S'il est herbivore, il se garde de toucher à la plante qui n'est rien d'agréable; il broute vos herbes, vos fleurs. S'il est carnivore, il tue pour se nourrir; mais il ne tue que l'animal dont il a besoin de la chair, et laisse passer l'autre tranquille. Là tout est normal; je ne vois ni méchanceté, mais égoïsme et instinct. Dans les circonstances ordinaires, et chez certains animaux, on voit chez les animaux carnivores, un instinct qui se porte à la conservation de leur progéniture

aussi sublime qu'attendrissant. Les animaux de la même espèce, réunis entre eux, ne se nuisent jamais, tant que la nourriture abonde; ils se la disputent, dès qu'elle vient à manquer; et dans ce cas, comme dans tous les cas de nécessité, la raison du plus fort est toujours la meilleure.

3634. Il semble n'en être plus de même, quand on arrive à l'homme vivant en société; et les anomalies deviennent d'autant plus nombreuses que la société est plus compacte, et que chacun a ses coudées moins libres et moins franches. Tout à coup l'histoire naturelle s'enrichit de deux nouveaux termes, la méchanceté et la bonté; de deux nouvelles modifications de l'espèce, le méchant et le bon. Méchant ou bon envers ses semblables; car, dans ce rapport, les animaux d'une autre espèce ne sont comptés pour rien : le boucher qui tue le bœuf dont je me nourris, n'est pas plus placé dans la catégorie des hommes méchants, que le bourreau qui me délivre de l'homme que la société redoute. Qu'est-ce donc que l'homme méchant? est-ce celui qui se plaît à torturer, pour le plaisir de faire souffrir, à tuer pour le plaisir de voir couler le sang? Celui-là est une exception des plus rares; les fastes judiciaires en offrent à peine un exemple complet tous les cinq ans, et alors encore cette exception a à peine la valeur du 33 millionième de la règle générale. C'est un être maudit de Dieu, un malade marqué du sceau de la fatalité, criminel et non coupable, odieux plutôt que digne de haine. A quels signes reconnaît-on le méchant? Le méchant est celui qui me vole, pour vivre à mes dépens; qui tue celui qu'il a volé, pour se débarrasser d'un témoin qui pourrait le faire tuer; qui me ravit mon bonheur, mais afin d'en faire son bonheur en propre; qui rend à mon corps, par un coup de poignard, le mal que j'ai fait par un mot, un geste, ou un rapt à son cœur et à son esprit! Le méchant est celui qui me repousse, parce qu'il me hait et n'aime pas à me voir, ou parce qu'il me craint; mais dans toutes ces sortes de cas, le mal qu'il me fait n'est que la question secondaire et consécutive; le bien qu'il se fait à lui-même est le point principal de la question; dans la perspective qui l'attire, la première question apparaît à peine dans le lointain, la seconde occupe le premier plan et absorbe toute l'attention du coupable; cet homme, si peu normal par rapport à moi, est, en définitive, moins une exception qu'une application malheureuse de la règle générale; je le vois affamé, avant de le voir voleur; épouvanté, avant de le voir assassin ou bourreau; égaré par la fureur, avant



n'est pas une substance simple , mais assez compliqué de toutes les substances qui entraient dans la structure (17) , elle doit être , si elle a été bien beaucoup plus nutritive que l'amidon administrés isolément , et aussi nutritif que le gluten , qui , si bien malaxé qu'il est , n'en renferme pas moins, en quantité , un peu de toutes les substances qui sont dans la farine avant la malaxation. Les substances que d'Arcet ajoutait à la gélatine, pour servir, servaient plus qu'à aromatiser ; elles étaient à la gélatine une espèce de complément à la fermentation ; car les carottes , les légumes , etc., sont riches en substances saccharifères ; et , ainsi préparée, la gélatine acquiert un degré de nutritibilité de plus.

Mais, après toutes ces préparations, la soupe n'aquait encore de trop de choses, pour être assimilée , sous le rapport de la comparaison aux substances ordinaires que l'on trouve dans les tables ; en effet , la gélatine existe (1784) à l'état le plus avancé des tissus ; l'acide gélatique (863) en forme la principale élément organique n'en est que l'accessoire ; la transformation de l'os en matière gélatiniforme, n'ajoute qu'une forme à la combinaison , mais non un élément à la nutrition. Or les formes ne nourrissent pas , elles ne sauraient qu'aider au mécanisme de la digestion. Mais cette transformation n'est obtenue qu'aux dépens de la substance nutritive ; la puissance de la vapeur, en transformant les os, altère la substance organique ; si on fait toucher à une viande quel, avant d'être mise au pot, aurait passé par la machine à vapeur, toutes choses égales d'ailleurs, la soupe n'aurait quelque chose qu'on y ajoute, n'aurait pas plus que les os les qualités nutritives de la viande pour l'alimentation de l'homme ; et si on veut en nourrir les chiens , il n'est pas de faire tant de frais pour transformer la soupe de cette sorte.

On n'a pas osé loin de nier pourtant qu'on ne puisse administrer avec succès des bouillons aux malades, eux que la diète nourrit ; mais je ne sais pas si les partisans de la gélatine n'ont pas fait l'argument qu'ils invoquaient , en disant que, dans l'instance, tournait entièrement contre eux , puisque la gélatine convient si bien aux malades , il était par cela seul évident qu'elle devait convenir à l'homme sain ; que , puis-

qu'elle est inoffensive pour l'homme à qui l'on défend de manger , elle ne saurait apporter quelque chose de profitable à l'estomac à qui il est défendu de jeûner.

3640. Si la gélatine par elle-même n'est rien moins que complètement nutritive , et rien moins que pure de toute espèce d'altération, son association avec des substances d'une bonne qualité , telles que le jus de viande ordinaire , ne saurait la rendre meilleure et plus profitable ; le *moins*, associé au *plus*, ne devient pas *plus* pour cela ; mais toutes les fois que vous associez une substance d'une qualité inférieure à une substance d'une bonne qualité , vous falsifiez, vous détériorez , au lieu d'améliorer ; vous gâchez ce qui est bon , et vous ne changez en rien ce qui est mauvais. La prétention d'ajouter la gélatine au bouillon de viande était une de ces prétentions en désespoir de cause , qui péchait contre les règles les plus ordinaires de l'économie domestique et du régime alimentaire.

3641. Ne croyez pourtant pas que la chimie , qui fabriquait des pains , fût plus rationnelle dans ses inductions et plus heureuse dans ses résultats que la chimie qui nous trempait des soupes ; bien au contraire. Les partisans des soupes économiques se trompaient ; mais les annonces de pains artificiels, et nous en avons acquis la preuve, mentaient au public , sous l'égide de la science incompétente, et sous un masque propre à usurper la popularité ; les échantillons de pain qu'on déposait aux journaux , si détestables qu'ils fussent au goût , n'étaient cependant pas encore fabriqués d'après la formule préconisée. Mais sans nous occuper ici de la machination et du savoir-faire , et , en nous renfermant dans la question purement théorique , nous allons , je crois , mettre dans tout son jour l'absurdité de la philanthropique prétention.

3642. On ne saurait nier que , jusqu'à ce jour , le meilleur pain à la bouche et à l'estomac de l'homme soit encore le pain de pur froment ; et pour le démontrer par la voie expérimentale , il n'est pas nécessaire , il serait même absurde de consulter à cet égard l'estomac des grands ou des petits chiens ; nous en avons pour garant l'estomac des milliards de populations qui , depuis quatre mille ans , ont laissé des traces écrites de leur passage sur la terre. Or la farine qui sert à fabriquer le meilleur de ces pains , est celle qui renferme en plus grande portion de l'amidon et un gluten malaxable (1331). Diminuez l'une ou l'autre de ces deux substances complémentaires

de la fermentation digestive, prenez une farine dont le gluten se prête plus difficilement à la malaxation, ou dans laquelle l'amidon rentre pour une moins grande partie, et dès ce moment, quoi que vous fassiez, vous obtenez un pain d'une qualité inférieure. S'il existait dans la nature une substance qui fournit les deux éléments de la fermentation panaire, dans de plus bruyères proportions que la farine de pur froment, il faudrait la proclamer substance éminemment alimentaire, mais jusqu'à ce jour ni l'art chimique ni l'art agricole n'ont pu ravir une seule barbe d'épi à l'antique couronne de la blonde Cérés. Cependant nous n'avons pas de cette farine pour tout le monde; la population augmente, et la production de nos champs reste stationnaire; trente-cinq millions d'hommes sont forcés de vivre aujourd'hui, de la même quantité de produits environ qui, en 1789, suffisait à peine à contenter vingt-cinq millions d'habitants de la terre de France, aujourd'hui personne n'a de trop, et beaucoup de gens manquent. Voici comment la chimie industrielle a cherché à combler le déficit: Tantôt elle a haché menu la paille, et elle a jeté la poudre dans la pâte de froment; tantôt elle a fait bouillir des pommes de terre et les a pétries tout entières avec la farine de froment; tantôt, enfin, elle s'est contentée, pour ne pas nuire à la blancheur de la pâte, de mêler de la fécule de pomme de terre à la farine. De cette manière, sous le rapport du poids et du volume, on pourrait, avec la même quantité de farine de froment, multiplier les pains à l'infini; mais on aurait détérioré d'autant, dans la même progression, les qualités sapides et nutritives de la farine. En effet, par la poudre de paille, on aurait introduit encore plus de ligneux et de son (1552, dans la farine, que les procédés perfectionnés de la mouture n'en avaient éliminé à si grands frais; il en est à peu près de même, en mélangeant les pommes de terre bouillies avec la farine, le parenchyme des pommes de terre étant éminemment ligneux et nullement glutineux. Quand à la fécule seule, il est évident que la quantité introduite n'ajoute au pain qu'une substance inerte et indigeste, puisque la farine de froment n'est éminemment alimentaire que parce que le gluten et l'amidon s'y trouvent en des proportions convenables pour se saturer et se compléter mutuellement; la balance étant exacte, vous détruisez l'équilibre, en ajoutant l'un ou l'autre des deux éléments; vous rendez donc la farine moins alimentaire qu'auparavant; vous dété-

rioriez ce qui était excellent; vous pas ce qui était de qualité inférieure augmentez le poids au détriment de la qualité. Ce genre d'économie ne profite qu'à ceux qui font la fraude; il faut exercer cette fraude avec le chimiste ou d'academicien, pour être sûr de ne pas être puni par la loi qui punit la falsification des subventions; la loi n'atteint que ceux qui font la fraude; on est sûr d'échapper à ses atteintes les fois qu'on a le talent ou le privilège de mêler un peu d'abracadabra ordinaire.

3643. Quand la nature a établi des choses, respectez-les jusqu'à ce que l'art reproduire les procédés de la nature. Nous sommes pas encore près de voir la force de l'art chimique. Si vous n'avez par jour aux hommes qu'une once de litre de pommes de terre, faites-le litre de pommes de terre à part, et l'once de farine transformée en tiers de pain blanc (1576). Si vous augmentez la somme de leur bien-être du moins la consolation de n'avoir rien de plus, par les conséquences de la loi, le peu que vous avez à leur disposition.

3644. REGLES D'ÉCONOMIE PUBLIQUE. — L'économie publique ne doit pas être confondue avec l'économie domestique, qu'en ce qu'elle est sur une plus grande échelle. Ce n'est pas une science à part, c'est l'application de des règles que chacun de nous suit mille fois. Les discours ont écrit sur ce sujet, et la question n'est pas obscure.

3645. L'économie publique consiste à fournir à tous la même chose, c'est-à-dire, l'actuel de notre civilisation, les mêmes pays sont loin d'avoir les mêmes soins à satisfaire, et partant les mêmes besoins à réclamer. Si l'on voulait nourrir l'habitant des Landes, on lui ferait un pain de l'habitant de Paris, on lui ferait un pain qu'en condamnant l'habitant de Paris à la nourriture des habitants des Landes, citoyens d'une même contrée devant que rien moins que le droit et l'é-

(\*) Voyez à la fin du cinquième tome de la Bibliothèque d'agriculture et d'économie rurale, les conseils d'économie publique.



es, mais bien le droit au bien-être et aux charges que comportent notre os organes. Rendre les hommes heureux, pas leur imposer le bonheur de cette que d'une autre ; les amener à être est pas leur imposer ce genre plutôt genre d'utilité. Le bonheur, qui est e nos fonctions, se modifie d'après la l'énergie des organes ; le devoir se que nous avons la force d'accorder. chacun ce qu'il lui faut au moral et au vous en obtiendrez sans peine tout ce it en échange de vos soins ; l'ordre pué que sur cet échange mutuel de bons est durable qu'à cette condition ; il est qu'une fraction abonde et que l'autre

c'est ce qui nous arrive aujourd'hui s ; un petit nombre, et bien petit, les les commodités de la vie ; le plus re pâtit les trois quarts du temps. Et vient pas (gardez-vous de le croire) premiers ont trop. Non ; nous avons s que le riche dépense davantage, onsomme, moins que le pauvre, des e première nécessité. Ce n'est certes e le riche mange trop de pain que le manque, et ce n'est pas parce que le d'argent qu'il pourrait être accusé le pain. Prenez toute la fortune des argent, vous n'aurez pas pour cela de du pain de froment à tout le monde. us les millions qui circulent en France e égale part, vous aurez appauvri les non enrichi les pauvres ; tout le monde it, en France, à vivre avec 7 sous par s maux des uns ne viennent pas de la autres ; et ce n'est pas parce que le que le pauvre a trop peu. Il y a dans mie un vice plus radical et qu'aucun ent ne saurait effacer sur l'heure ; la omme plus qu'elle ne produit ; elle ne assez ; or tout l'or du Pactole ne ter à l'instant un gramme de plus à la os produits ; l'avare est souvent mort du sur ses trésors. Il faut donc, nous isespérer de la solution du problème ! ent il faut, pour le résoudre, y faire res termes ; il faut produire davan- améliorer nos agents de production ; uer, par un autre système d'exploita- re des déchets et des pertes de temps ; ser, sur tous les points du pays, les

résultats obtenus dans certains coins de notre France. L'un des plus petits de nos départements suffit au bonheur de près d'un million d'hommes forts et industrieux ; l'un des plus grands a de la peine à sustenter une population de deux cent mille habitants chétifs et affamés ; élevez le soi de celui-ci à la fertilité de l'autre ; un transport de terre suffit à cette amélioration ; et dès ce moment, vous aurez sur ce terrain, auparavant improductif, de quoi nourrir trois millions d'hommes. Riches, ne tremblez plus ; pauvres, ne portez plus envie ; mais tendez-vous tous la main, pour concourir à ce grand compromis, qui seul est en état de rendre aux uns la sécurité, et aux autres ce qui leur manque. Laissez là le pain et la gélatine du chimiste ; demandez à la terre, notre mère, du froment pour nous tous, des pâturages pour nos génisses ; la terre a, de toutes ces choses, des trésors enfouis dans ses entrailles ; arrachez-les-lui par la culture, et cultivez avec plus d'harmonie qu'autrefois ; l'isolement ruine tout le monde ; associez-vous, et souvenez-vous bien que nul d'entre vous n'aura le droit de se croire riche, que lorsqu'à ses côtés il ne verra plus personne qui pâtis. On n'est plus riche, dès qu'on a peur, et l'on ne porte plus envie à personne dès qu'on en a assez.

3647. La philanthropie (qu'il ne faut confondre ni avec la charité ni avec la fraternité), la philanthropie, le pire de tous les systèmes d'économie publique, au lieu de chercher à aplanir les difficultés sociales, se plaisait à les supposer, dans tous ses calculs et à les perpétuer dans tous ses projets. N'ayant pas assez pour tous sous la main, elle avait établi deux catégories de produits alimentaires ; elle avait distingué deux genres de nourriture, celle du pauvre et celle du riche ; comme si le pauvre en devenant riche, et le riche en tombant dans la misère, avaient la faculté de changer d'estomac et de conformer leur digestion à la prescription de l'ordonnance.

3648. L'homme se modifie, non pas en raison des changements survenus dans son pécule, mais en raison des influences ; il se façonne peu à peu à l'air qu'il respire, à la lumière qui l'inonde, au climat enfin qu'il habite ; en sorte que, dans le même climat et dans la même enceinte, les hommes se rapprochent tellement par les besoins et les habitudes, qu'on dirait que la nature les a taillés au même niveau. L'égalité des fonctions digestives est la conséquence inévitable de l'identité de l'habitation. C'est une méthode désastreuse en économie domestique que d'avoir une nourri-

ture pour les domestiques et une nourriture différente pour les maîtres; faites table à part, tant que vous voudrez; mais nourrissez comme vous, ceux qui vous servent; autrement vous serez volé; nul n'est plus volé que le ladre et l'avare.

3649. De même, en économie publique, n'allez pas dans la même cité inventer un pain pour le riche et un pain pour le pauvre, le pauvre n'en voudrait pas, alors même que vous le lui donneriez pour rien. Nul, à Paris, ne mange d'aussi bon pain que le pauvre, et nul n'en est plus friand. Tous les boulangers savent que ceux à qui les bureaux de charité donnent des billets pour recevoir gratis du pain bis, ajoutent de leur poche, au billet gratuit, le complément du prix d'un pain blanc de qualité première; car c'est là le pain qui leur convient, qu'ils savourent avec délices, qu'ils digèrent avec facilité, et, remarquez-le bien, qui est à lui seul toute leur nourriture. Profanes, n'altérez pas la manne du pauvre; c'est par sa pureté seule qu'elle peut lui tenir lieu de la variété de vos mets.

3650. La question de la gélatine, prise au point de vue économique, est décidée par ces quelques mots: Êtes-vous sûrs que les soupes de gélatine sont aussi succulentes et aussi nutritives que les soupes qu'on vous sert chaque jour? Vous savez que bien des estomacs se montrent incrédules; mais faisons une chose: riches chimistes, échangeons; donnez aux pauvres la soupe de vos tables, et faites-vous servir de la gélatine chaque jour; votre croyance sera un bienfait pour tous, sauf à être un cruel sacrifice pour vous-mêmes. Que si, au contraire, vous vous gardez de toucher au mets que votre philanthropie offre à l'indigent, à l'ouvrier, à la pauvre famille, sachez-le bien, personne n'en voudra; que vous donniez à l'indigent vos os à ronger sous une forme solide ou liquide, l'estomac de l'indigent s'y connaît, et il vous renverra vos os avec un mépris de plus. La nature lui a donné un excellent estomac, donnez-lui une excellente nourriture; la nature lui a donné des bras robustes, demandez-lui en échange du travail, il vous rendra au centuple la nourriture que vous lui aurez distribuée. Mais sur ce point, ce n'est plus votre affaire à vous seuls, c'est l'affaire de tout le monde; la question de la distribution prévoyante du travail est appelée à régénérer le monde et à mettre tout le monde d'accord.

3651. En démontrant, par des faits d'observation, que les influences du climat et de la cohabitation dans la même enceinte, passent pour ainsi

dire le niveau sur les estomacs, et les habitants de la cité au même régime; en proscrivant enfin celle que la philanthropie s'appliquait à la nourriture du pauvre et la nourriture et en recommandant l'uniformité alimentaire, non pas seulement comme l'humanité, mais comme la garantie de la sécurité du riche et de la mort nous n'avons entendu parler que de celle qui fait vivre, et non de celle qui des mets qui remplissent toutes les conditions d'une bonne et saine alimentation, et qui n'ont d'autre but que de flatter et stimuler des palais blasés, de sustenter des valetudinaires. L'économie doit poser des règles invariables, et ce qui peut varier; il faut qu'elle fournisse au travailleur le même pain, la même viande et le même vin ordinaire qu'à l'homme de loisir de la même cité; n'est malheureux avec ces trois choses qui travaille n'a ni le temps ni le moyen de se procurer d'autres friandises; il les dévore, malade.

3652. Considérez encore que cette uniformité dans les premiers éléments du régime ne s'étend pas au delà des bornes d'un pays ou du même bassin géographique. C'est absurde comme de vouloir imposer la même alimentation à tous les peuples de la terre, dont les fonctions variant avec les influences du climat, les substances alimentaires ne concourent à l'élaboration des fonctions du corps humain ni de la même manière, ni de la même composition homogène. Quand l'Européen vit sous la zone torride son alimentation et ses boissons épicurées, une viande lui tient lieu de digestion; le jeûne, qui est la loi prohibée l'usage chez les habitants de la Judée et la Thébaine, est dans les pays septentrionaux, la viande est la loi; dans les pays du Nord, la viande n'est pas le mets le moins recherché par les gourmands et nos hommes robustes, est une friandise pour nous, est la nourriture des populations les plus laborieuses; aux pieds légers et aux formes sveltes, n'ont pas d'autre pain quotidien que le pain blanc, qu'ils consomment en petites quantités.

3653. Ou pour évaluer les avantages et les inconvénients de l'alimentation habituelle de nos pays, il ne serait rien moins que de

lées sur les phénomènes  
 gestion, sur le compte de  
 nos plus habiles physiolo-  
 gues si contradictoires et si  
 observés. Tout usage qui  
 doctes, une agglomération  
 son en lui-même; et la  
 le trouverait moyen de dé-  
 je est vicieux et nuisible,  
 mildance, pire que la rou-  
 ge, et adopte ce dont elle se  
 le plus compétent, sur les  
 mation, que l'estomac qui  
 stance. Il faut laisser au  
 ion de conspuer la nourri-  
 qu'il parcourt sur les ailes  
 ter dégoûtants les mets qui  
 plades qu'il visite; le sau-  
 rmi nous, nous rendrait  
 et exprimerait certaine-  
 ment d'une manière plus  
 ration, qui juge de la qua-  
 l'alimentation sur d'autres  
 au goût, admet en principe  
 goût comme la nourriture  
 l'homme, dont les caractè-  
 res son alimentation, varie  
 et physique à chaque degré  
 son mode d'alimentation  
 de changer brusquement  
 c'est lui refuser tout à  
 vivre, et ce qui seul jusque-  
 rre; c'est vouloir l'empo-

qu'ils préconisent ; vous serez sûrs , de cette manière , de n'avoir pas de meilleurs juges qu'eux , sur les inconvénients de l'invention.

## 3658 PHYSIOLOGIE DES ASSAISONNEMENTS. —

Dans tous les âges précédents, nous avons établi la théorie de la digestion réduite à ses plus simples termes ; et pour arriver à ce résultat nous l'avons étudiée dans l'homme qui se contente de peu, dans l'homme normal qui n'a besoin que de fort peu. Nous avons vu que, chez cet enfant de la nature, la digestion s'opère au moyen de deux éléments complémentaires l'un de l'autre, au moyen d'un mélange en bonnes proportions, de sucre ou d'une substance saccharifiable d'un côté, et du gluten et de l'albumine de l'autre ; que la digestion, enfin, ne différait pas essentiellement de la fermentation, d'abord spiritueuse, puis acétique. Mais, à mesure qu'on s'éloigne de la nature, pour rentrer dans le cercle de la civilisation, les conditions de la digestion se compliquent davantage ; l'alimentation varie ses ressources en même temps que la civilisation multiplie les rapports ; elle devient un art à part, qui a ses règles, son code, ses artistes et ses admirateurs. L'art pour qui la substance alimentaire n'est plus que l'accessoire, et dont la préparation forme le principal ; car l'art culinaire n'est, en définitive, que l'art des assaisonnements. Mais un art qui rapporté à l'alimentation, n'est rien moins qu'un art arbitraire et de convention, ses règles, tout en s'éloignant de la nature primitive, n'en sont pas moins basées sur la nature civilisée, qui est la nature sous une autre robe. C'est dans les lois de notre organisation que nous devons chercher la raison des raffinements qui flattent le goût ou aident à la digestion.

**3057.** Les différences dans les fonctions de la digestion sont d'autant plus saillantes qu'on l'observe dans les premières voies, de même que le sang offre les mêmes caractères essentiels, qu'on l'observe sur tel ou tel individu de la même espèce; de même le chyle , produit de la digestion duodénale , apparaît presque identique dans ses qualités essentielles , en dépit de la différence des races , et de son mode d'alimentation ; le chyle pris immédiatement après l'émission se trouve sous une forme homogène , possède une consistance épaisse et visqueuse , il est blanc et opaque , comme celui du ruthe , mais moins abondant , et présente quelques variétés et les unes stomacales .

— pendant —  
— au goût —

que le genre d'alimentation exerce son influence spéciale. La digestion stomacale en effet étant une fermentation spéciale à l'estomac, elle variera dans sa marche et dans ses effets, selon l'énergie d'élaboration dont sera doué l'organe qui digère. Tel estomac produisant plus de chaleur que tel autre, transformera le bol alimentaire en chyme, dans des proportions plus considérables en un moment donné; car la marche de la fermentation est, jusqu'à un certain degré maximum, en raison directe de la température. Tel estomac doué d'une plus grande puissance d'aspiration que tel autre, absorbera, dans un moment donné, une quantité plus considérable de gaz acide carbonique et d'hydrogène dégagés par l'acte de la fermentation digestive, et imprimera au bol alimentaire un mouvement de rotation sur lui-même, qui multipliera les points de contact de l'aument avec les parois stomacales. Ainsi cette nourriture qui, pour un estomac doué d'une plus grande énergie, se transformera tout entière en chyme dans le plus bref délai, séjournera lente et paresseuse, lourde et indigeste, dans cet estomac sans chaleur; et s'enveloppera du peu de produits gazeux qu'elle dégagera, et que les parois de cet organe énerve ne sauraient absorber; elle sera une cause de mé-  
léorisation et non de digestion.

3658. L'art a dû venir au secours de ces digestions retardataires et malades ; l'art a découvert le moyen de digérer par moitte avec ces esto macs civilisés ; et tout le génie culinaire n'a en définitive pour but que de préparer une heureuse digestion. L'art culinaire est l'hygiène de l'estomac débile ; et ses assaisonnements sont des médicaments qui préviennent le mal , et complètent les fonctions , en ajoutant à l'organe ce qui lui manque , pour digérer comme autrefois ; et cet art est devenu pour nous une seconde nature , qui nous rend forts aussi bien que la première aurait pu le faire , qui nous tient lieu d'elle tout entière , et dont nous ne pouvons plus désormais nous départir impunément pour retourner à l'autre.

3659. La théorie que nous avons donnée de la digestion nous permettra, je le pense, de classer, d'une manière lucide, les assaisonnements que l'art culinaire emploie chaque jour, et dont il n'a adopté l'usage que par des traditions empiriques. Nous les diviserons en trois catégories principales : 1° la première comprenant les *substances complémentaires* de la fermentation digestive, celles qui apportent à la digestion un des éléments de la fermentation; 2° la seconde comprendra les *substances chylifères*, celles qui

imprégnent d'avance le bol alimentaire, que la digestion a pour but d'extraire des aliments, pour en faire usage.

3° la troisième comprendra les assaisonnements conservateurs, et les septiques, qui ont la propriété de fermenter les caractères qui en résultent, de prévenir une fermentation, et de débarrasser les aliments des helminthes, qui sont dans le bol alimentaire.

3660. Dans la première catégorie, substances saccharines ou sacché, certaine température par l'action de que, les substances glutineuses, al-fibrineuses; enfin les substances spiruleuses, vin, bière, eau-de-substances stomachiques lorsqu'moderation, indigestes quand on effet, l'excès d'eau-de-vie arrête lion, et devient autant une subite l'excès d'amidon ou l'excès de glut-donne, de cette anomalie apparet satisfaisante. Le sucre et la subst-mêlés ensemble dans l'estomac, p-produisent en fermentant de l'alco-stantlanément réagit sur la quant-reste et la transforme en acide acé-est prêt, dès ce moment, à être duodénum, pour aller s'y transfe-Mais chez les estomacs paresseux e-ne digèrent plus que par artifice période tarde à s'établir, et la duré-rait trop longue pour les exige-tion; la digestion serait pénible et-pen d'alcool étendu d'eau appor-te, un élément qui tarde à é-la seconde période de la digesti-acétique, arrive, avant que la p-temps de fatiguer l'organe digesti-au bol alimentaire, un élément q-tarderait trop à produire. Mais e-cool ingéré est tel qu'il en reste-que le gluten a été entièrement-excès, quel qu'il soit, sera indige-plement, puis désastreux en ré-parois stomacales, comme il ré-tissus fibreux, enfin stupéfiant-pour ainsi dire, en passant dans-circulation (3679).

3001. Les substances chylifères  
l'alimentation introduit dans le b  
avec tous les caractères qui co



(3548); et qui sont pour ainsi dire avant d'avoir été même digérées. Leur plus ordinaire est l'acide acétique, qui presque tous les assaisonnements des glées; ces substances sont l'albumine d'œuf de poule, les substances oléagineuses d'œuf, beurre, graisse, huiles, le L'acide acétique, en dissolvant ce forme un chyme par anticipation, duodénum sans avoir besoin de l'acide, et qui nourrit sans fatiguer. réparations, modifiées d'une foule de verses, qui sont indispensables à n des estomacs chétifs et paresseux, des hommes de loisir et des hommes des hommes de méditation, qui aux la pensée que les aliments. Dans la es raffinements sont des superfétal-stomac du travailleur et de l'homme se suffit à lui-même pour extraire, des plus grossiers à nos yeux, les sub- l'art culinaire lui vendrait cher la, au détriment de sa santé et de sa fait de combinaisons alimentaires, ingénieux restera toujours au-dessous normale.

n, la troisième catégorie des assai- comprend les *condiments* ou *assai- conservateurs*. La digestion en te pas toujours à l'estomac qui l'éla- des parasites sont là pour en détour- aits à leur profit, et pour pulluler, acité hospitalière, aux dépens de la les nourrit. C'est principalement ordes de vampires (3018), que sont ets fortement épicés, c'est-à-dire les riches en huiles essentielles d'une re : L'ail et autres alliées, le poi- ombre, la sauge, le romarin, le thé, : girofle, la muscade, les écorces de citrons, les aromates enfin, sont iments que des condiments, moins es complémentaires de la digestion, stances protectrices de la nutrition. que le besoin des mets épicés se t plus sentir, que l'on habite des chaudes; et que le besoin de fumer le mâcher ou de mâcher le bétel est impérieux, que la nourriture est et habituellement plus fade, que ion des hommes est plus grande, et prégne de vapeurs en décomposition. estylis préparait aux moissonneurs de

l'Italie leur rendait le courage et les forces, en protégeant leur digestion; et dans les contrées méridionales de l'Europe, on voit encore le pay- san en proie à des embarras gastriques, s'en dé- livrer, en se procurant ce qu'il appelle une bonne crudité d'estomac d'un quart d'heure, au moyen d'une certaine quantité d'ail ou d'oignon qu'il dévore à jeun; il empoisonne d'un seul coup, par ce procédé, les ascarides ou autres helminthes dont le nombre paralysait la digestion et en ab- sorbait les produits, et dont les piqures et la suc- cion lui causaient auparavant des douleurs atroces. Le laitage qui fait la base de l'alimentation des régions polaires et des hautes montagnes, serait un poison dans la zone torride, si l'habitant n'avait pas la ressource des aliments épicés; car le Suisse ou le Lapon ont leurs frimas pour lutter contre ces hordes de vampires, qui assiègent le nègre par toutes les surfaces du corps perméables à l'air atmosphérique; et chez les peuples du Nord les épices en trop grande abondance repor- teraient sur les parois de l'estomac, l'action cor- rosive qui ne trouverait pas à s'éteindre sur des tissus parasites et étrangers.

3663. NUTRITION. — La digestion proprement dite élabore les aliments de telle sorte que l'albu- mine et l'huile, éléments organiques de nos tissus, puissent passer dans le sang, avec les sels qui sont les éléments basiques de nos organes. Le sang porte la nutrition dans tous les organes, en charriant, autour de chaque cellule, les maté- riaux dont la cellule a besoin, pour organiser de nouvelles cellules dans son sein. En définitive, la nutrition a lieu dans la cellule même, et l'assimi- lation est un développement continu destiné à remplacer, par de nouveaux tissus, les tissus qui ont fait leur temps, et sont frappés de caducité (1898). La nutrition de l'individu n'est que la somme des divers genres de nutrition de chacune de ses cellules microscopiques. Les substances qu'elle réclame et les produits qu'elle engendre varient, en raison de la spécialité d'élaboration qui caractérise chaque organe et chaque cellule de l'organe, et ensuite en raison de l'énergie qui caractérise la fonction. L'étude de la digestion et de la nutrition doit donc être transportée tout entière dans la cellule élémentaire; et celui-là aura décidé les plus hautes questions de la physiologie expérimentale, qui aura fait l'histoire complète de l'élaboration de l'un de ces infiniment petits.

3664. MÉDICAMENTS. — Les condiments prévien-



signale dans le sperme du cheval. Berzélius y admet tous les sels du sang, plus une matière animale particulière, qu'il nomme *spermatine*. Cette matière animale particulière revient à une matière albumineuse mélangée à certaines bases ou à certains sels. Quand le chimiste ne peut se rendre compte de la composition du mélange, il prononce que la matière est une substance *smi generis*, et aujourd'hui la chimie est encombrée de ces produits faciles de notre paresse ou de notre impatience. Le mucus animal n'est que de l'albumine rendue soluble à l'aide de l'alcali libre qui rend le sperme alcalin. Mais les auteurs n'y ont pas aperçu les sels ammoniacaux dont l'observation microscopique démontre l'existence (1507)

5672. La liqueur spermatique est épaisse et gluante au sortir des organes générateurs; mais vingt à vingt-cinq minutes après, en vase clos ou ouvert, elle se liquéfie et devient alors soluble dans l'eau froide ou chaude. Dans une atmosphère chaude et humide, elle devient jaune et acide, et répand une odeur de poisson pourri. Elle est précipitée de sa solution aqueuse par l'alcool, le chlorure, le sous-acétate de plomb, le protonitraté de mercure, etc. Elle est soluble dans la potasse et la soude, et surtout dans la plupart des acides.

5673. Les phénomènes physiques et chimiques qu'offre l'étude de la liqueur spermatique, si mal interprétés qu'ils aient été par l'ancienne méthode, se prêtent à la même explication qui nous a servi à nous rendre compte des phénomènes de toutes les substances mélangées. Le sperme, en chimie, ne devant nullement être considéré comme une unité, il est rationnel de chercher, en toute circonstance, de faire la part, à ses éléments, des caractères qu'offre l'ensemble. Qu'au moment de son émission, le sperme, en tombant dans l'eau, gagne le fond du vase, s'y coagulant en apparence, comme dans l'alcool, et finissant par s'y dissoudre en presque totalité, ce n'est rien moins là qu'un caractère *smi generis*; car le sirop de gomme, en tombant dans l'eau, gagne aussi le fond par sa pesanteur spécifique, s'y coagulant en apparence, à cause de la différence de son pouvoir réfringent, et finissant ensuite peu à peu par disparaître, en s'étendant d'eau. Qu'en tombant dans l'alcool à 0,835, à l'instant de son émission, il gagne le fond en prenant une teinte opaline, et forme un peloton qui ressemble à un peloton de ficelle, ce n'est encore, dans le premier membre de la phrase, qu'un cas de différence de réfraction, et dans le second qu'un effet dû à la forme sous laquelle le jet éjaculé arrive dans l'alcool qui le coagule. Si,

en effet, vous lancez, par une pipette, l'albumine soluble dans l'alcool, et en se coagulant au contact de l'alcool, au fond du vase, ne manque-t-elle pas de pelotonner en forme d'un petit pain? Que l'acide sulfurique concentré opère la dissolution de la liqueur spermatique, ne peut-il provenir de la grande quantité de soude et d'ammoniaque que renferme la liqueur, et dont l'acide hydrochlorique, l'élimination de l'acide sulfurique, suffit à détruire l'albumine qui forme la matière coagulée. Qu'en étendant d'eau l'acide, se précipite, ce phénomène a également lieu avec l'albumine ordinaire, elle que les chlorures et les nitrates ne dissolvent pas. Que l'acide acétique concentré rende le coagulum spermatique gélatineux, et le dissolve ensuite entièrement, ce qui a lieu sur toute espèce de coagulum, l'acide commence à dissoudre, et qu'il finisse par arriver à la dissolution complète, c'est un degré de transparence possible, et non une opacité complète. Qu'abandonnée à elle-même, dans une atmosphère chaude et humide, la liqueur devienne jaune, acide, et répande une odeur de poisson pourri, et se couvre d'une pellicule de *bysmus septica*, c'est ce qui a lieu avec tous les mélanges organiques, le gluten, la pâte, si on a soin de les laisser dans un sel marin et des hydrochlorates. Les chimistes ont paru fort embarrassés à expliquer comment il se fait que le sperme, qui, au premier moment, présente une liqueur supérieure liquide, et l'autre opaque, qu'on laisse en vingt ou vingt-cinq minutes, n'est plus simple à concevoir. On a vu la prostate éjaculer un liquide transparent, et l'autre opaque. Ces deux liquides, cueillis à la fois dans le même vase, et réfractés par les rayons lumineux de deux verres différents (1498), car ils ne sont pas mélangés. Mais ces deux liquides, éjaculés dans des menstrues alcalins, tendent à se mêler, et en plus l'un à l'autre, à ne former qu'un liquide; le sperme, qui se dissout dans l'eau froide, et si vite dans l'alcool, doit se dissoudre avec bien plus de facilité dans le liquide encore chaud et ému de la glande prostate; or toutes les fois que les deux liquides sont associés ensemble, il n'y a plus de place à la transparence, puisqu'ils ne diffèrent plus que d'une seule manière.

sirop de cassonade ou de gomme , l'eau pure , présente exactement le même.

remarquez que toutes les observations ont été faites sur le sperme obtenu que par la copulation , obtenu à qu'il a traversé les couches d'air , ce n'est nullement représenter ce qui se voit s'il trouve à traverser , pour arriver au conduit de l'utérus et les trompes si l'aspirent , et le maintiennent , au même état de saturation qu'il offrait dans le mâle , à la même température qui l'élaborent. Le sperme n'arrive pas avec aucun des caractères de qu'il nous offre à l'air libre.

de sulfurique uni soit au sucre , soit à l'albumine (3160) , ne communique couleur purpurine au sperme humain. Il n'y a pas de la grande quantité de sels que renferme cette substance , mais l'action de l'acide , en le

### Animalcules spermatiques (\*).

La liqueur séminale du mâle offre au microscope une multitude d'animalcules , d'une même espèce chez l'homme , et qu'on ne rencontre dans la liqueur séminale de la femelle. Les formes générales et leurs dimensions sont les mêmes dans les espèces d'animaux.

Les corps singuliers ont occupé les esprits , depuis Leuwenhoeck et Needham ; et il n'est sorte de systèmes auxquels on n'ait donné lieu. On se rappelle que Prévost et Dumas ont en dernier lieu

*Naturelle de l'Alcyonelle*, § 82, tom. IV des *Mémoires d'hist. nat. de Paris*, 1827.

Il a été dit sur la génération, par lesquels Prévost et Dumas ont été dans la carrière, qui n'a profité à Prévost et Dumas, ces travaux tant prônés depuis lors jusqu'en 1827, n'ont cependant pas ajouté une erreur ou une vérité à tout ce qu'ont écrit les premiers observateurs de la fécondation. Et il y a bien longtemps que les anatomistes du dernier siècle ont relégué dans le rôle que les micrographes académiques de cette époque, de faire jouer aux animalcules dans la liqueur du mâle. Le passage suivant, de l'*Anatomie d'Heister*, tom. I, p. 408, trad. de 1753, nous fait voir ce qu'on pensait de tout cela à cette époque. On ne trouve pas d'animalcules dans les semences débauchées; que les animalcules qui se trou-

empruntées à des observateurs déjà anciens ; ils regardaient ces animalcules comme destinés à s'enchaîner dans l'ovule , afin d'y former le rudiment du système nerveux de l'animal futur. Ces deux auteurs avaient même eu l'occasion de voir, de leurs propres yeux , l'animalcule faire son entrée dans l'ovule préféré , et s'y loger à jamais (\*\*). Malheureusement pour une aussi belle rencontre , ces messieurs n'avaient pas eu l'occasion de s'apercevoir que la transparence de l'*albumen* de l'ovule était capable de faire prendre le passage de l'animalcule , au-dessous de l'ovule , pour son entrée dans ce corps. Nous avons eu de fréquentes occasions de nous rendre compte de cette illusion ; et à l'instant où l'animalcule semblait avoir disparu pour toujours en se nichant dans le jaune opaque, il nous arrivait de le revoir continuer sa route , et sembler sortir de l'ovule où il avait semblé entrer.

3678. Ces mêmes observateurs ont décrit des yeux sur les animalcules de certaines espèces ; mais ces yeux ne sont que des effets de lumière , dont on peut se rendre raison en observant, chez certains microscopiques, les surfaces susceptibles de s'appliquer sur le porte-objet par le mécanisme des ventouses.

3679. Rien ne ressemble mieux , à un de ces animalcules spermatiques des vertébrés , que les cercaires qu'on rencontre près des organes génitaux des buccins des étangs (*Lymnæus stagnalis*) ; corps oblongs ou sphériques terminés par une queue qui serpente en s'agitant. La seule différence existe dans la dimension gigantesque des cercaires ( $\frac{1}{3}$  de millimètre), et dans celle des animalcules spermatiques , qui ont à peine  $\frac{1}{100}$  de millimètre, et qui , au grossissement de 100 diamètres , paraissent comme des grains de

» vent dans la semence des jeunes gens sont forts, vigoureux, » et que ceux des vieillards meurent bientôt. Sur ce fondement » on a bâti diverses hypothèses . les uns se sont imaginé que la » semence ayant été seringuée dans l'utérus, un petit ver » mangeait l'autre, et que le dernier qui s'était nourri de tous » les autres formait le fœtus. D'autres ont avancé que ces petits » vers montaient à l'ovaire par les trompes de Fallope; qu'é » tant arrivés à l'ovaire, ils se promenaient sur l'œuf qui était » mûr; que le premier qui rencontrait le trou qui est dans l'œuf » y entrait; qu'il y avait une valvule qui empêchait ce petit » ver de revenir sur ses pas; que s'il y avait plusieurs œufs » mûrs il se formait plusieurs fœtus, parce que plusieurs vers » s'insinuaient dans ces œufs.

» On voit que tout ce détail n'est qu'une production d'une » imagination échauffée, ou qui s'amuse à chercher des possibilités. »

fécule d'orchis (1033) tenant au bout d'un petit poil noir, qui s'agit avec ondulation. Les cercaires me paraissent être les animaux les plus simples en organisation, n'ayant point d'organes digestifs, et ne vivant que par aspiration (1926). Les animalcules spermatiques me font l'effet d'appartenir à ce genre de microscopiques; et, si on les rencontre exclusivement dans le sperme, il ne faut pas en chercher la cause ailleurs que dans le cercle des lois qui font que les helminthes affectent un milieu plutôt qu'un autre, que les ascariides vivent exclusivement dans les intestins, certaines hydatides dans le cerveau (3024), et certaines strongiles dans les vaisseaux sanguins.

3680. Ce que j'ai dit précédemment sur les lambeaux mouvants des branchies et des ovaires des mollusques (1926), me porterait même à penser que ces animaux, si simples en organisation, ne sont que des lambeaux de tissus des organes générateurs, éjaculés avec la liqueur spermatique, et qui décrivent des mouvements involontaires, à la faveur de la propriété qu'ils ont éminemment d'aspirer ou d'expirer. Car si on ouvre un ovaire des moules de rivière, on observe, à côté des gros ovules, des myriades de lambeaux mouvants qui varient à l'infini de forme et de grosseur, et qui n'offrent rien qui ressemble à une organisation normale; ils portent tous les traces évidentes d'un déchirement (\*). Or ces lambeaux pourraient bien affecter une plus grande régularité dans certaines classes d'animaux d'un ordre plus élevé. Quoi qu'il en soit, je pense, que, provisoirement, les animalcules spermatiques, qui, jusqu'à ce jour, ont été relégués dans les *incertae sedis*, peuvent être placés dans le genre des cercaires (\*\*).

3681. La dessiccation du sperme altère tellement ces petits cercaires, qu'il serait impossible de se prononcer sur leur présence, au microscope, à l'égard d'un sperme humain primitivement desséché. Dans cet état, on distingue à peine le sperme du chyle ou de la lymphe desséchée; et si on y rencontre des globules, on les voit entièrement privés de queue. Il est inutile de faire observer qu'ils ont perdu le mouvement et qu'ils ne le recouvrent plus; la faculté de résurrection n'a été observée encore que sur le rotifère et le vibron du froment (3088).

## § II. *Aura seminalis*.

3682. Comme aucune des substances signalées dans le sperme, soit sexuellement mêlée, n'est capable de fécondation, que d'un autre côté, les expériences de Spallanzani, il est évident que les animalcules ne sont pas le résultat de cette opération subtile, il faut conclure que la substance fécondante, l'*aura seminalis*, est un mystère aussi impenétrable que la fécondation végétale (1437), dans l'état actuel de la science.

## § III. *Analogies*.

3683. Nous avons signalé les analogies de structure et de fonction de l'organe mâle et de l'organe femelle (3071). L'organe mâle donne lieu à des comparaisons de cet ordre, qui ne nous paraissent pas dépourvues d'intérêt; nous allons les présenter à nos lecteurs, dans l'ordre qu'elles se présentent à notre esprit.

3684. L'organe mâle affecte une structure presque la même que celle de l'organe femelle dans les animaux; la division générale semble s'écarter de la structure ordinaire; il en est de même de l'organe mâle chez les végétaux, l'anthere semble affecter la même loi, et ses *theca*, en nombre de deux, et très-prononcées, représentent les deux organes testiculaires mâles des animaux.

3685. De même que, chez les végétaux, entre l'anthere et le fruit, une analogie se présente, comme émanant du même type que les loges, en sorte que les grains de pollen tiennent évidemment la place des ovules; de même chez les animaux, l'appareil mâle ne diffère essentiellement de l'appareil de la femelle, qu'en ce que les ovules de l'un élaborent le sperme, et les ovules de l'autre les ovules. A un certain âge, les ovules, ils n'offrent pas entre eux de différence. Chez les mammifères, les ovules qui sont si frappantes à la première vue, s'effacent tellement devant une évai-

(\*) Mémoire ci-dessus cité sur l'*ulceronella*, pl. 16, fig. 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10.

(\*\*) Les animalcules spermatiques du grand paon de nuit sont entièrement sphériques, dépourvus de queue, ayant

1 de millimètre. Je les ai observés sortant de l'ovaire, éjaculés, depuis une demi-heure environ, par la chrysalide, le 5 juin 1837, et que j'ai vu mourir; ils ont conservé le mouvement jusqu'à

utes les pièces de l'un des deux genres se retrouvent si exactement à la même place, que tout se réduit à de simples différences de proportions ; ce qui a fait dire longtemps aux anatomistes, que l'appareil de la femelle n'était que l'appareil mâle en dedans. Supposez, en effet, que la femelle grossisse et s'allonge, et que le vagin se rétrécisse en raison inverse en suivant le clitoris dans son développement en longueur ; que l'utérus, entraîné en dedans, se dirige au dehors, attire après lui les vaisseaux restant agglutinés aux trompes de Fallope, et se termine à un muscle *crémaster*, ou à un muscle qui formera la glande prostate, les ovaires deviendront les deux testicules, le clitoris la verge, l'extrémité une fente, ouverture d'un canal par lequel viendront trouver une issue le sperme, et le liquide sécrété par la vessie et le liquide élaboré par les deux testicules. Les petites lèvres formeront le prépuce, à protéger le gland, les grandes lèvres le *scrotum*. Dans le principe, les sexes en sont réduits à la même organisation ; mais sur les portes de la vie, la nature, de sa baguette féérique, imprime à l'un une direction différente ; et du même mouvement animé elle extrait l'homme et la femme, qui ne diffèrent que pour se rapprocher, et qui n'élaborent deux liquides que pour créer, par leur affinité réciproque, une combinaison nouvelle.

Je puis m'empêcher de m'arrêter à une théorie qui me paraît encore ici se rattacher à la physiologie, sur laquelle j'ai fondé la théorie de la vie (<sup>\*)</sup>. Nous y avons établi que la vie organique n'avait lieu que par l'accroissement de deux spires de noms contraires, l'une dans la capacité de la même cellule, l'autre nous retrouvée ces spires dans l'ovule, le spermatozoïde, et jusque dans l'intérieur du fœtus. La structure intime de la substance du testicule nous offre quelque chose de remarquable. Elle ne semble, en effet, contenir qu'un seul filament vasculaire, qui, à mesure qu'il se développe dans cette capacité close, y enroule des millions de fois sur lui-même, et se tord comme un peloton de fil, ou une spire indéfinie qui élabora le liquide

destiné à imprimer le mouvement au liquide élaboré par la *cellule-ovule*, cellule qui serait restée stationnaire sans cette imprégnation.

#### § IV. Application à la médecine légale.

3687. Après s'être occupée des moyens de reconnaître les taches de sang devant la loi, la médecine légale ne pouvait pas manquer de soumettre à son expertise, et les taches de lait, et les taches de sperme ; car la loi qui poursuit les égarements de la vengeance et de l'atrocité, se charge aussi de poursuivre les faiblesses de l'amour et les égarements de la lubricité. La médecine légale a cherché à accompagner la loi dans le dédale de ces saletés ; ne l'avait-on pas vue assister, de son docte lorgnon, l'épreuve du *congrès*, quand il était permis aux juges d'ordonner devant eux ce genre d'expertise ?

Du reste, sur ce sujet, sa prétention n'est qu'impudique dans le plus grand nombre de cas ; cependant au besoin les conséquences peuvent en devenir barbares. Ne vous souvenez-vous plus du fait déplorable enregistré avec indignation, il y a quelques années, par la presse et politique et médicale tout entière ? On trouve un enfant mort au coin d'une rue ; toutes les commères du quartier se prennent à accuser du fait une pauvre fille du voisinage, coupable d'avoir un amant assidu, disait-on ; les juges du temps ordonnent que la jeune personne soit visitée par la médecine légale, qui, nantie de l'ordonnance du juge d'instruction, procède à la visite, malgré les cris de désespoir de la victime humiliée par cet infâme traitement. L'innocence de la jeune fille fut reconnue à un signe infailible : elle était vierge ; elle sortit vierge sans aucun doute des mains de la médecine légale ; mais elle en sortit folle de honte et de pudeur ; et la pauvre enfant n'en a plus guéri. Que voulez-vous ? il faut que force reste à la loi.

3688. Et, dans cette circonstance, la médecine légale ne s'exposait pas à mentir ; elle pouvait dire en toute vérité : Aucun fruit n'est sorti de ce sein virginal, car la porte en est hermétiquement fermée. Mais si cet abus de l'investigation légale porte sa condamnation avec lui, que penser de ces tentatives d'expertise, qui promettent aux magistrats et aux jurés incompetents de découvrir, à la faveur de quelques réactions, si telle tache rencontrée sur du linge est du lait ou du sperme ? Nous n'hésitons pas à accuser hautement de mensonge ces prétentions de médecine légale ; et, si



nous étions partisan du système qui à chaque crime inflige une peine, nous aurions depuis longtemps demandé à la loi, qu'elle applique, à ces experts inapudiquement transendants, la peine portée contre tout témoin assermenté qui s'expose sciemment à induire en erreur la justice

3689 Nous ne parlerons pas de ceux qui voudraient faire usage du microscope, pour reconnaître le sperme à la présence des animalcules. Jusqu'à présent ceux-ci ne se sont pas présentés devant la loi.

360 Mais quant aux autres, les fastes de la science posaient déjà plus d'un de leurs rapports ; et c'est en les usant, que nous nous sommes sentis saisis de cette irritation, qui vient de diriger notre plume. Nous ne trouvons qu'un seul moyen d'excuse aux auteurs de ces débils ; c'est qu'ils s'étaient éclairés sur l'état de la question, plutôt au cabinet du juge d'instruction, que dans le secret du laboratoire.

3691. Il est dans la nature bien des substances capables de tacher le linge d'un lixide offrant en apparence et aux réactifs, les caractères si vagues et si indéfinis que la chimie a reconnus à la liqueur spermatique. Imprégnée l'alumine de sel marin et d'une solution des sels de marronnier, vous aurez l'odeur spermatique et toutes ses autres réactions. On trouve, sur toutes les berge des champs, une plante rampante, qui commun. que à tout ce qui la frôle, une odeur durable de marée pourrie, laquelle a porté Linné à la désigner par les noms de *chenopodium vulgaria*. Que, dans une circonstance légale, il soit arrivé à la pauvre fille des campagnes, d'étendre sur cette plante son mouchoir pour s'asseoir à terre, le crachat que la plante aura touché trompera, avant toute espèce d'avertissement, par son odeur, par son mucus, par ses phénomènes de coagulation, les experts de la force de ceux que la loi assermente. Or que de mélanges dans la nature encore plus illusoirs, et que nous n'avons pas encore appréciés qu'd'odeurs varient par l'addition la plus légère d'une autre substance <sup>1</sup> et dans combien de cas l'alumine et le gluten contractent une odeur spermatique !

3602 Nous avons lu le rapport de l'un de ces experts qui ne doute de rien, et qui, pour procéder en conscience, avait eu soin de soumettre aux mêmes réactions le sperme frais, qu'il avait pris à la source, et le liquide présente par la loi à ses investigations; il croyait ainsi arriver à la solution de la question, sans craindre aucune méprise. Il ne voyait pas que rien n'est plus variable, selon les individus, selon les temps, les circonstances.

ers, et le modernisme d'éjaculation, seminale. Il ne voyait pas, d'un autre sperme desséché et exposé depuis longtemps, différer énormément du sperme observé et qu'enfin, sur un litige, il a pu être tout ce qu'il a de plus caractéristique, dit-il ou par de l'eau tombée accidentelle. Qu'importe ? il paraît que ces messieurs ont besoin de peser leurs inductions à la logique.

3693. RAPPEL A LA PUNITION — Je nous venons de traiter, est celui qui embarrasse le plus en général les professeurs autant de respect pour eux-mêmes. On se défend difficilement certaines impressions, en écrivant ou en parlant des choses. La plus détestable, la plus répugnante de ces impressions est celle de s'égayer d'un sujet aussi grave ; la mort a été marquée du sceau de sa reproche, un blasphème contre la plus sainte des lois, le sentiment qui se joue de l'amour. Sachez-vous ce qui distingue l'homme vertueux ? c'est qu'en même temps, l'un porte son offrande au temple de la Divinité, et l'autre, au lieu d'identifier avec elle ; l'un méprise, l'autre est impie, il n'aime pas ; l'autre son être comme son corps, tout entier est absorbé par ce décorant mystère dans le sacrifice du premier, dans le sacrifice du second ; il s'efforce et ne puisse avouer les plus constantes à la face du ciel, à sa conscience n'est rien qu'il ne se soit permis conformer aux lois immortelles de la création des êtres, aux lois qui lui ont donné l'être ; habitez les hommes à envisager le mystère, du point de vue où nous venons de placer ; vous rendrez les rapports plus hypocrites et plus intimes, et les rapports plus coupables et plus heureux.

## SEPTIÈME GENRE.

## SYNOVIAL

3594. Nous comprenons, sous cette  
tion générique, non-seulement la  
l'anatomiste rencontre dans les  
mais encore celui qui se trouve dans  
cavités closes du corps. En effet, les



anatomie générale, que les analogues, ainsi que toute autre cavité close, elle soit. Les séreuses ossifiées ont pas autre chose que les parois a cellule, et le liquide qu'elles élaborent aux mêmes reproductions; car nous ont besoin de se reproduire. La donc pour nous synonyme de *liquide* différence est tout anatomique; mais jusqu'à présent, elle doit être considérée nulle; et nos réactifs seront encore impuissants, pour distinguer la synoviale trouve dans la cellule qui sépare chaque poisson, du liquide séreux qui se trouve au cœur et le péricarde du même genre qu'entre ces deux genres de liquides. La cellule la plus microscopique existe réellement aucune différence; c'est dans les grandes cellules, les cellules de petite dimension, la cellule organisatrice, avec laquelle chaque tissu se sépare les tissus vieillies, par des tissus. Albumine partout, plus des sels et la nature varient en raison des sels et de leur mode d'aspiration: sel chlorates ammoniacaux, phosphate de soude, de potasse et de chaux. Dès l'instant qu'on ouvre la portion albumineuse incluse tend à se grumeler, selon que la dose de substance est plus ou moins grande, et la substance exposée à tel plutôt qu'à tel degré de température.

que nous avançons que la synovie est la même, partout identique avec le sang et celui des plus petites cellules, nous n'entendons parler que de ce que constatent nos moyens actuels d'observation. La différence des résultats indique une différence réelle dans les principes; une nouvelle méthode d'appréciation sans avoir recours, pour reconnaître les caractéristiques de tant de liquides homomorphes, et au moyen desquels pour-elle élabore des tissus si variés et des hétérogènes.

#### HUITIÈME GENRE.

##### MUCUS ANIMAL.

Plaçons en cet endroit ce produit

protéiforme, quoique sa place fût plus naturellement auprès des produits de la désorganisation des tissus. Le mucus est la substance indéterminée qui est élaborée et rejetée au dehors, sous forme plus ou moins liquide, par les surfaces des cavités ouvertes à l'air extérieur, par les surfaces muqueuses. Cette substance, mélange, variable à l'infini, de tissus qui se désagrègent et se désorganisent et de liquides albumineux, sucrés et salins, élaborés par les tissus intègres, appelle de nouvelles recherches, mais des recherches dirigées d'après la méthode nouvelle; et l'auteur qui les entreprendra devra se condamner à ne rien publier, que lorsqu'il aura trouvé le moyen de constater une différence réelle et constante entre les divers *mucus* élaborés par les diverses membranes muqueuses. Car, jusqu'à ce jour, la chimie n'a pas signalé le moindre caractère distinctif entre le produit liquide des surfaces buccales et celui des surfaces pulmonaires, bronchiques et nasales, et même entre celui des surfaces muqueuses génitales, prises un peu plus haut que les orifices des organes sexuels. Il faudra, en outre, établir une grande distinction entre le mucus normal et les produits anomaux, entre le liquide muqueux et les fausses membranes, c'est-à-dire entre les produits de la désorganisation des surfaces muqueuses, et entre les tissus parasites et de nouvelle création dont nous avons eu déjà lieu de nous occuper assez longuement (3007). Le mucus des fosses nasales pendant le rhume de cerveau, nous a paru tout aussi bien organisé que les expectorations du catarrhe bronchique et de la grippe (3015). L'identité en est souvent complète, sous le rapport de la structure cellulaire et de la coloration des produits élaborés par chacune des petites cellules élémentaires qui composent ces sortes de tissus.

#### NEUVIÈME GENRE.

##### EXTRACTIF ANIMAL.

3607. Mélange aussi compliqué qu'il est possible de l'imaginer, aussi variable que peuvent l'être les sucs élaborés par la chair animale, et les procédés au moyen desquels on aura obtenu l'extractif (39). Les chimistes en général se sont rendus à l'évidence sur ce point; et nous cherchons en vain le chapitre de l'*osmazôme*, dans la dernière édition de 1836 du *Traité de chimie* de Thénard, qui pourtant est le créateur de ce mot grec (ὀσμάζωμα).

odeur, et bouillon. Berzelius s'est montré plus fidèle aux anciens principes, et pour répondre sans doute au peu de phrases que nous avions accordées à cet équivoque mélange, il a consacré 26 pages du septième volume de son Traité de chimie, paru en 1833, pour remplacer le mot *osmazôme* par celui de *zomidine* (de *zomidos* petit bouillon), mot qu'il interprète par la phrase suivante : *matière qui a la saveur de la viande* ; traduction un peu libre, mais enfin qui a le mérite de s'en rapporter au goût, et non à l'odorat, sur le caractère d'une substance comestible. Aussi, d'après Thénard, l'*osmazôme* aurait été le principe en qui aurait résidé spécialement l'odeur (car ici *osme* signifie odeur, et non mouvement, comme endosmose (809), de la viande crue. D'après Berzelius au contraire, cette substance serait le principe en qui réside la saveur de la viande crue, mais comme l'auteur n'a pas eu l'intention d'exclure l'odeur de la saveur, nous pensons qu'on ne tardera pas à voir un auteur, nanti du privilège universitaire de forger des mots grecs, introduire dans la nomenclature un nouveau terme qui exprime ce double caractère. Laissons de côté les mots, et étudions la chose dans l'ouvrage de Berzelius, l'auteur le plus récent qui ait voulu s'en occuper un peu au long, non pas que nous ayons la prétention de le suivre pas à pas dans ses développements ; il nous faudrait répéter tout ce que nous avons exposé dans la première moitié de cet ouvrage. Nous ne nous attacherons qu'à opposer, à chaque résultat obtenu par Berzelius, le principe qui en donne l'explication la plus lucide.

3698. L'extract aqueux de la chair musculaire, exprimé dans l'eau froide, rougit fortement le tournesol, et l'acide libre qu'il renferme est évidemment de l'acide acétique. Ce fait seul suffit à donner la clef de toutes les formes sous lesquelles l'albumine et la portion oléagineuse des muscles se présentent au chimiste pendant tout le cours de la manipulation.

3699. « Quand on exprime avec force de la viande lachée, dit Berzelius, il s'en écoule un liquide rouge et sanguinolent, qui n'a cependant pas la propriété de se coaguler à l'air ; ce liquide ne contient donc pas, par conséquent, de la fibrine. »

3700. Il paraît, d'après cette phrase, qu'aux yeux de Berzelius le caractère de la fibrine est de se coaguler à l'air. Or, à ce prix, le sang qui, au sortir de la veine, tombe dans de l'eau tiède, ne renfermerait pas de la fibrine, au moins en aussi

grande quantité que le sang ordinaire n'offre aucune coagulation d'un coagulum. Un sang délayé dans l'acide hydrogène l'albuminique en excès ne renferme que ce seul fait, de la fibrine. L'acide de la viande indique suffisamment qu'il peut y exister sans se coaguler à l'air ; c'est une erreur de croire avec toute provenance du sang des muscles sentés dans les muscles n'est que le liquide chez la viande de boucherie la viande fort peu de sang ; c'est un liquide rempli les cylindres musculaires, car les cylindres est une longue cellule nous avons tort de nous arrêter à la l'opinion de l'auteur. Quatre lignes l'abandonne lui-même, et trouve qu'il lave à l'eau renferme de l'albumine que le jus de viande lachée ne renferme. Et pourtant le liquide de la viande coagule pas plus spontanément que la viande exprimée. Il faut élever la température à 50° à 55°, pour qu'il se forme un coagulum au fond du vase. Le liquide rouge foncé, comme du sang venant d'être lavé, devient blanc par le lavage. Ensuite une nouvelle coagulation aux diverses températures au-dessus de ces indications varieront à chaque selon la quantité d'eau qui aura servi à la dissolution.

3701. « Si, après avoir filtré à l'ordinaire, dans laquelle l'albumine colorante s'est coagulée, on l'évapore jusqu'à siccité, peu à peu, un extract dont l'alcool à 0,653 dissout la matière qui lui donne une couleur jaune, la portion du liquide alcoolique, si elle est extractiforme, même de cristaux dissous, qui réagit fortement à la mouture, c'est de l'acide lactique. »

3702. Avant l'expérience de Berzelius, les deux seules indications que le chimiste pouvait donner, c'est qu'il est acide, on aurait pu prononcer, sans aucune crainte, que, par les procédés usités, on en fait un mélange identique avec ce qui est signifié sous le nom d'acide lactique.

3703. « Les matières organiques contenues dans l'albumine, sont solubles dans l'alcool et les autres dans l'eau. »

3704. Nous assurons que ces substances ne sont que le même et

proportions. Elles proviennent d'une albumine et de l'acide acétique ; l'albumine soluble en plus grande dans l'eau, et en une certaine proportion dans l'alcool ; et à ce mélange se joignent des sels dans l'un et l'autre menstrue.

L'extract alcoolique de viande, qui est le Thénard, s'obtient en traitant, à 0,833, le produit de l'évaporation aqueux. L'alcool se résout en deux portions presque égales ; ce menstrue acquiert une couleur jaune, et laisse une masse brune, adhérente, qui est l'extract aqueux de

viande, l'extract aqueux de la viande, qui est colorée en rose, est un principe pur. Avec du brun la nature fait du noir. En raisonnant l'expérience, on peut dire que cette couleur brune provient d'un commencement de carbonisation, activée par l'addition de sels et de l'acide qui imprègne

la dissolution alcoolique, au bain-marie la liqueur concentrée, est une substance extractiforme, jaune, transparente de particules cristallines, qui est l'extract de viande. L'alcool anhydre résout l'extract en deux portions, dont la plus considérable et a une couleur brune.

Il n'y a pas de doute, parce que l'alcool anhydre ne dissout l'extract concentré, que la portion la plus brune et la moins mélangée de substances coagulées. Mais cet extract aurait pu être facilement partagé en autant de portions si l'on aurait successivement employé des menstrues différents.

L'extract alcoolique soluble dans l'alcool, après qu'on a distillé l'alcool au bain-marie sous la forme d'un sirop qui ne se dissout pas à la chaleur, mais demeure demi-soluble, a une saveur âcre et salée, répandant l'odeur du pain brûlé, mais en exhale une odeur animale que sa dissolution aqueuse concentre, et surtout qu'on y ajoute l'ammoniaque.

Il n'est point là un caractère spécial à la viande ; et il n'y a rien d'étonnant que l'ammoniacale répande, en vieillissant, l'odeur que l'urine doit à son carbonate d'ammoniaque. Il est encore bien moins surprenant que l'addition de l'ammoniaque lui communique cette odeur ; car nous avons

vu que l'addition de l'ammoniaque suffit pour communiquer l'odeur de colle forte à la gomme que l'on évapore (3122). Nous ne suivrons pas l'auteur dans la description des réactions et des expériences qu'il précipite par le chlorure de mercure ou d'étain, le sous-acétate de plomb, et enfin de la portion que l'alcool anhydre refuse de dissoudre ; d'abord parce que les caractères de ces précipités ne sont nullement tranchés, ensuite parce qu'à chaque nouvelle opération, on les trouverait tout à fait contraires.

3711. « Ce que l'alcool à 0,833 laisse sans le dissoudre, est une masse extractiforme, brune et opaque, ayant une saveur agréable de viande et de bouillon, qui indique déjà qu'elle ne peut être indifférente comme matière alimentaire. »

3712. Ce n'est ni à la saveur ni à l'odeur qu'il est permis de reconnaître une substance alimentaire, et c'est encore moins à une forme liquide ou visqueuse ; et du reste, quelle portion de la viande ne possède pas la même saveur et la même odeur ?

3713. « Si l'on précipite par le tannin, et qu'on évapore le liquide au bain-marie, il reste une masse extractiforme acide, qui contient du lactate (3702) d'ammoniaque. L'extract aqueux, après le traitement par le carbonate d'ammoniaque et l'alcool, ne contient pas moins de quatre et peut-être cinq substances extractiformes différentes, dont une mérite plus d'attention que les autres. »

3714. Ce chiffre est évidemment trop modeste ; et à ce prix, la même substance est dans le cas d'en contenir au moins une vingtaine.

3715. « La substance qui mérite une attention particulière, d'après l'auteur, et à laquelle l'auteur a donné le nom de *zomidine* (3697), est un extract brun, qui, lorsqu'on le dessèche, durcit et ne change point à l'air. Elle a une saveur forte et agréable de bouillon ; elle exhale en brûlant une odeur animale ; elle est soluble dans l'eau en toute proportion, et elle en est précipitée par l'alcool. Cependant elle communique une couleur jaune à l'alcool de 0,833, qui, en s'évaporant, laisse une certaine quantité de cette substance, mais d'une couleur un peu plus claire. »

3716. Remarquez que cet extract a été traité par le carbonate d'ammoniaque, puis par l'acide acétique, puis par le plomb, puis par l'hydrogène sulfuré ; et il sera aisé de comprendre pourquoi cet extract, soluble dans l'eau, refuse de se dissoudre dans l'alcool ; il a perdu son acidité. Quant à l'odeur et à la saveur, la moindre quantité d'un sel

ammoniacal est dans le cas de communiquer, sous ce double rapport, à la substance la plus éminemment végétale 3122, les qualités de la substance la plus éminemment animale. En un mot, tous les détails longuement développés par Berzelius dans cette analyse, ne sont que des répétitions des mêmes résultats, obtenus par une espèce de bascule de réactions, tantôt au moyen du véhicule de l'eau, et tantôt au moyen du véhicule de l'alcool. Et à l'endroit où l'auteur a fait une pause et a mis fin à sa dissertation, un second chimiste, arrivant frais et dispos à l'œuvre, aurait pu reprendre la substance avec avantage, pour lui faire subir une série plus longue encore de transformations, toutes susceptibles d'être décrites et d'être dénommées à part.

3717. Ces explications nous paraissent suffisantes pour faire comprendre que la substance qui a exercé la patience de tant de chimistes n'est rien moins qu'un principe *sui generis*; qu'elle ne saurait être qu'un mélange d'albumine et de sels aussi variables, que le seront les organes d'où on cherchera à l'extraire. Et parmi ces sels figureront en proportions différentes, le sel marin, les phosphates, les carbonates, les hydrochlorates, les acétates albumineux à base de chaux, de soude, d'ammoniaque, de magnésie et même de fer.

### TROISIÈME GROUPE.

#### SUBSTANCES ORGANISANTES (863).

3718. Substances élaborées par les cellules organisées, mais qui ne sauraient devenir organisatrices (3097), qu'en supposant qu'elles acquièrent, par l'aspiration des tissus, une nouvelle quantité d'oxygène capable de transformer leur excès d'hydrogène en eau. Ces substances, tantôt liquides et tantôt solides et molles, sont insolubles dans l'eau, si ce n'est à la faveur d'un menstrue alcalin ou acide, et quelques-unes par leur association au sucre. Elles sont : solubles à froid ou à chaud, en partie ou en toute proportion, dans l'alcool, l'éther, et les unes dans les autres; volatiles en partie ou en toute proportion, les unes à la température ordinaire, les autres par la distillation; elles sont grasses au toucher et tachent le papier, l'huile et le graissent, ainsi que les étoffes, en augmentant la transparence des surfaces qui en ont été imbibées.

(\*) *Repertoire général d'anatomie*, tom. III et IV, Mémoire sur les graisses, et 2<sup>e</sup> Mémoire sur les tissus de nature ani-

### DEUXIÈME DIVISION.

#### SUBSTANCES ÉGALEMENT RÉPANDUES DANS LE RÉGNE VÉGÉTAL ET DANS LE RÉGNE ANIMAL.

### PREMIER GENRE.

#### SUBSTANCES GRASSES

3719. Dans le groupe des substances (1467), nous nous sommes occupé des le rapport de l'organisation du tissu. Nous n'avons à considérer le sujet, titre, que sous celui de la substance les cellules de ce tissu même.

3720. Les substances grasses, qu'on a aussi sous le nom de *corps gras*, sont des substances neutres immiscibles à l'eau, l'alcool, surtout à chaud, dans l'éther, les huiles essentielles, et les unes d'elles sont solides ou plus ou moins à la température ordinaire, fusibles à une température plus ou moins élevée; d'autres sont plus ou moins dissolubles dans l'eau en s'associant à un sel alcali soluble. Elles se décomposent par la distillation, elles brûlent avec flamme pendant une fumée souvent fort épaisse.

3721. Comme rien ne se combine avec elles et que les graisses contribuent à la formation des tissus organisés, il s'ensuit que, mal vivant, tout corps gras est détruit après la mort de l'animal que les graisses se figent, si l'animal est de la classe à sang chaud. En général, la substance grasse des animaux à sang froid (reptiles, etc.) conserve sa fluidité à la température de l'animal, car elle ne change pas de température.

3722. On nomme *huiles* les substances qui restent liquides à la température ordinaire et qui ne commencent à se figer qu'à vers zéro; les huiles sont également dans le règne végétal et dans le règne animal. On nomme *grasses*, les substances qui se figent à la température ordinaire, ou à une température plus ou moins élevée; elles perdent leur fluidité qu'à un degré plus supérieur; cette catégorie est plus affectée au règne animal. Parmi les

males, 1827 — *Annal. des sciences* L'obscure, 1830.

if *croton sebiferum*), le *myristica* le *vateria indica*, sont les seuls conduisent une véritable graisse. On dans le commerce, deux espèces de

graisses : le *saindoux* ou *axonge*, ou graisse molle et colorée, qui provient des animaux carnivores ; le *suis*, ou graisse solide et cassante, qui provient des animaux ruminants.

### § I. Composition élémentaire des corps gras.

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	
porc. . . . .	78,843	12,182	8,502	0,473	Saussure.
utton. . . . .	{ 78,996	11,700	9,504		Chevreul.
	{ 65,000	21,500	13,500		Bérard.
leine. . . . .	{ 75,474	12,795	11,377	0,354	Saussure.
	{ 81,000	13,000	6,000		Bérard.
sson. . . . .	79,650	14,350	6,000		Id.
ix. . . . .	79,774	10,570	9,122	0,534	Saussure.
e. . . . .	77,210	13,560	9,430		G. L. et T.
andes douces. . . . .	77,403	11,481	10,828	0,288	Saussure.
o. . . . .	76,014	11,351	12,625		Id.
icin. . . . .	74,178	11,034	14,788		Id.
. . . . .	65,600	17,600	16,860		Bérard(*).
le. . . . .	{ 81,784	12,672	5,544		G. L. et T.
	{ 81,610	13,860	4,530		Saussure.

era facile de voir, par ce tableau, que port de l'analyse élémentaire, toutes offrent moins de différences entre elles, présentent deux analyses de la même nites par deux auteurs différents.

a remarqué que les corps gras sont ne température d'autant moins élevée, nment moins de carbone et plus d'oxy- à-dire qu'ils peuvent être représentés portion plus considérable d'eau ; et met que plus ils contiennent d'oxygène, ont solubles dans l'alcool.

ombres de ce tableau autorisent à es corps gras, comme une combinai- gène bicarboné (gaz oléfiant) et d'eau ; d'olive représente un mélange d'envi- ydrogène bicarboné et de 10 d'eau. autre côté, on voit que si les corps aient assez d'oxygène, pour que tout qu'ils possèdent fût transformé en mposition élémentaire serait identi- le des gommes, sucres et ligneux, et e représentée par une portion de car- d'eau (882). L'huile, dont les pro- iques et chimiques sont si différentes : gommes, deviendrait ainsi une sub- isatrice et fournirait aux tissus leurs

éléments immédiats. Or cette hypothèse, qui a échappé à l'ancienne chimie, se réalise sous nos yeux avec des circonstances si frappantes, malgré l'imperfection de nos procédés, que l'on est forcé d'admettre, par analogie, que, dans le labora- toire tout-puissant de l'organisation, la métamor- phose doit s'opérer d'une manière complète.

### § II. Action des gaz sur les corps gras.

3727. Les huiles se conservent sans altération dans un vase clos pendant longtemps ; mais expo- sées à l'air atmosphérique, même au-dessus de l'eau qu'elles surnagent, on les voit peu à peu s'é- paissir, et finir par se solidifier en une substance membraneuse, transparente, jaunâtre, élastique, qui ne tache plus le papier, ne fond qu'à la tem- pératures à laquelle la gomme et le ligneux fondent eux-mêmes ; on dirait que c'est un caoutchouc (3354) à son état de pureté ; c'est un véritable tissu. Elles sont alors insolubles dans l'alcool, même à chaud. La substance organisatrice s'est transformée en substance organisatrice, en com- binant son hydrogène avec une quantité d'oxygène suffisante pour former de l'eau. Et si l'analyse élémentaire soumettait à ses investigations chaque phase de cette transformation, la même substance

Etats obtenus par Bérard sont tellement dispa- rent tellement de ceux des autres observateurs, te ici pour compléter l'histoire des graisses ;

on doit se rappeler que Saussure a trouvé de l'azote dans les substances les moins azotées (258).



serait dans le cas de prendre successivement tous les caractères de composition élémentaire, de fusibilité et de solubilité, sur lesquels la chimie a établi une si nombreuse série de prétendus principes immédiats extraits des corps gras.

3726. Ce changement, en effet, est le résultat de l'absorption de l'oxygène de l'air. De Saussure a constaté qu'une couche d'huile de noix, de trois lignes d'épaisseur, placée sur du mercure à l'ombre, dans du gaz oxygène pur, en avait absorbé 3 fois son volume en huit mois, mais qu'elle en absorba 60 fois son volume dans les dix jours suivants qui appartenaient au mois d'août, que cette absorption diminua ensuite graduellement et s'arrêta au bout de trois mois. A cette époque, l'huile avait absorbé 145 fois son volume de gaz oxygène, et elle n'avait produit que 21,9 volumes d'acide carbonique.

3729. Les huiles qui possèdent cette propriété à un plus haut degré, c'est à dire qui se dessèchent le plus vite, se nomment *huiles rancissables*. D'autres huiles épaississent et deviennent acides sans se dessécher entièrement; elles contractent une odeur et une saveur désagréables; elles sont *rancées*; on les purifie en grande partie, en saturant l'acide, par de l'hydrate de magnésie délayé dans l'eau, et en y agitant l'huile.

3730. Les huiles se comportent d'une manière analogue avec les autres gaz. L'huile de noix, d'après de Saussure, à 18° centigr., absorbe 1 fois et demie son volume de gaz oxyde nitreux et de gaz acide carbonique, une grande quantité de gaz oxyde nitrique, 1,23 fois son volume de gaz oléifiant.

### § III. Action des acides sur les corps gras (3160).

3731. Depuis longtemps on sait qu'un acide avide d'eau est capable, s'il est concentré, de saponifier une huile ou une graisse, c'est-à-dire de la rendre soluble dans l'eau.

3732. Si'on se sert d'acide sulfurique (en faible quantité, 1 sur 100), voici ce qu'on observe pourvu que l'on agite le mélange au contact de l'air. Il se produit un *magma* blanc, et il se dégage beaucoup de chaleur; l'huile se fige et reprend sa fluidité, si l'on y ajoute de l'eau; il reste pourtant quelques flocons qui refusent de s'y dissoudre. Mais on s'assure, au microscope, que la partie limpide ne retient rien en suspension. L'eau qu'on y ajoute ne précipite rien, mais si l'on y verse de l'ammoniaque, il se forme tout à coup un précipité plus ou moins floconneux et

gras, qui n'est formé que d'huile qui ayant subi une transformation, par le principe qui nous quitte à son organe.

3733. Or, d'après tout ce que nous avons observé dans le cours de cet ouvrage, il doit paraître évident que ces flocons sont toujours, malgré les lavages les plus fréquents, de l'acide sulfurique libre et de l'huile ou combinée. Car, si la quantité d'acide est simplement dissoute dans l'huile, on le desirerait enlever par les lavages à l'eau; il se dissolvrait en globules plus ou moins fins, dès lors l'eau pourrait bien s'emparer de ces acides qui revêtent la surface des globules huileux, mais elle n'atteindrait qu'ils emprisonnent; et il arriverait que l'eau de lavage cessera d'être acide, l'huile aura perdu son acidité. J'ai pu constater d'acide hydrochlorique dans un cas d'huile d'olive, j'ai lavé à grande eau, mais l'eau ne me solubilait plus du tout même d'acide. Je parvenais pourtant à une dissolution dans l'alcool, mais en reconnaître l'existence. Au bout d'exposition à l'air, cette huile rendait de l'acide hydrochlorique, bien à l'aide aux réactifs.

3734. Nous avons déjà établi que les huiles organiques s'opposent souvent à la dissolution des corps; il en est de même des substances solubles, et à plus forte raison de ceux qui sont insolubles dans l'eau, d'où il résulte que les corps qu'elles dissolvent contre l'acide sulfurique aqueux. Aussi, à une époque de l'expérience, arrivera-t-il qu'on ne pourra se prononcer sur la nature de l'acide.

3735. Les acides concentrés, en faible quantité, exercent leur action sur les huiles, comme sur les substances, l'acide sulfurique les rend rancées, et il finit par les carboniser. L'acide chlorique produit le même effet.

3736. L'acide nitrique concentré, près de la même manière; mais le chauffe tellement qu'il s'enflamme et l'aide de l'ébullition, l'acide nitrique verdit les huiles, comme les gommes, les acides malique, oxalique, etc.

3737. Plusieurs acides végétaux, dissolvent les huiles, sans leur faire subir d'altération sensible.

3738. L'acide acétique s'y dissout facilement, et les rendant plus claires et plus

*des bases sur les corps gras.*

— *Savons.*

ue les acides, la potasse et la soude , par l'ébullition, aux huiles et la propriété de se dissoudre dans nt avec elles une espèce de combi- que l'on nomme *savon*. L'ammo- ne se combine lentement avec les par former un liquide laiteux, ap- *volatil* en médecine. L'eau en sépare te son intégrité; mais, à la longue, agit sur l'huile comme les autres produits de la *saponification*, dans ns l'autre cas, sont des altérations huile que nous examinerons plus

uisque l'acide nitrique agit sur les es, comme sur la gomme (3736), isforme en acides malique, oxali-, l'analogie indique d'avance que tiques doivent se comporter, avec a même manière qu'avec toutes les peuvent être représentées par du l'eau (3097). La potasse caustique lonc les huiles en acides oxalique, onique, etc., qui y resteront dis- nés avec elle.

yle, la strontiane et la chaux sapo- les; mais la combinaison est inso- au. La magnésie hydratée forme à s une émulsion, et se saponifie par la même manière que ces bases; est sans action sur elles. Les oxydes els que ceux de zinc, de manganèse, balt, de cuivre, de bismuth, de gent, d'or et de plomb, jouissent opriété. Les carbonates et bicarbo-, le borax et le borate de potasse s huiles lentement, et d'une manière

ect laiteux que prend l'eau, dans it dissoudre l'un de ces savons, est la suspension des molécules non les distingue au microscope, sous cellules désagrégées et aplaties, dont arlé au sujet de l'épiderme. Ces mo- issent à leur tour, quand la quantité te est suffisante. Lorsque le liquide sa transparence, on le rend de eux, si l'on y verse un acide, qui

ile de faire remarquer que ces dissolutions ne n qu'à chaud avec les graisses (3722); puis-

— TOME II.

précipite l'huile, en s'emparant de son dissolvant. Le précipité s'offre alors sous forme de globules infiniment petits, qui restent quelque temps suspendus dans l'eau, et finissent par se rassembler à la surface.

3743. Les savons insolubles rendent l'eau trouble, mais non laiteuse.

§ V. *Combinaisons des huiles grasses avec les autres corps.*

3744. Les huiles bouillantes dissolvent le soufre; l'huile se transforme alors en une masse épaisse, visqueuse, rouge brunâtre, et d'une odeur désagréable; il se dégage aussi de l'hydrogène sulfuré. A une température plus basse, l'huile dissout le soufre sans s'altérer, et, par le refroidissement, elle laisse déposer l'excès de soufre en cristaux octaèdres allongés (64).

3745. Le phosphore se dissout aussi dans 36 parties d'huile froide, et dans une moindre quantité par la chaleur; par le refroidissement l'excès de phosphore se dépose cristallisé. La dissolution est phosphorescente, propriété que lui enlève une huile essentielle.

3746. Le sélénium, le chlore, l'iode se dissolvent de même dans les huiles, et finissent par s'y transformer, les deux derniers en acides hydrochlorique et hydriodique.

3747. Le sel marin, les *alcalis végétaux*, les chlorures de phosphore, de soufre, d'arsenic, les huiles essentielles, les résines et le sucre, etc., s'y dissolvent également (\*).

3748. Mais si les huiles et les graisses rencontrent ces substances soit dans les mailles des tissus, soit pendant la durée de leur extraction, elles les dissoudront aussi facilement que dans nos laboratoires. Et comme rien ne nous avertira d'avance du mélange, nous serons portés à attribuer à la substance grasse, comme un caractère distinctif et spécifique, une réaction qui, dans le fait, pourra ne provenir que de la présence d'un sel ou d'une substance étrangère.

§ VI. *Action de la chaleur sur les corps gras.*

3749. Les molécules des huiles sont si faciles à se désagréger et à former de nouvelles combinaisons, qu'on ne peut les soumettre à l'influence de la chaleur, sans en retirer des produits aussi nouveaux que variés.

que celles-ci cessent d'être liquides à la température ordinaire.

3750. On savait, dès le temps de Macquer, qu'en distillant la graisse de mouton, le beurre, etc., on obtenait, dans le récipient, une huile, dont la fluidité est à peu près semblable à celle des huiles grasses, ensuite une huile épaisse qui se fige par le refroidissement, et qui est accompagnée de quelques gouttes d'un liquide, dont l'acidité devient de plus en plus grande, enfin une huile épaisse, une espèce de beurre qui a une couleur rousse. On savait encore alors qu'en distillant une huile grasse, avec le double de son poids de chaux éteinte à l'air, on peut atténuer l'épaisseur de l'huile, jusqu'à lui communiquer l'aspect d'une huile essentielle, et qu'à mesure que l'huile tenue passe dans le récipient, il reste dans la cornue une portion épaisse et lourde de la même huile.

3751. Or, si la chaleur produit ces effets sur les huiles seules, il doit paraître évident que les produits seront analogues, quand on soumettra ces substances grasses à la chaleur dans un menstrue quelconque.

3752. Ces principes et ces expériences une fois bien connus, l'application s'en fait naturellement aux substances nouvelles, que la chimie moderne a signalées dans les corps gras.

### § VII. Produits neutres de l'altération des huiles et graisses. — Stéarine et oléine.

3753. Braconnot et Chevreul ont admis, dans chaque huile grasse et dans chaque graisse, l'existence de deux corps gras dont l'un liquide à — 40°, et l'autre solide à la température ordinaire. D'après eux, le plus ou moins de fluidité et de fusibilité d'une huile ou d'une graisse, serait le résultat des proportions du mélange. Chevreul a nommé *stéarine* la substance solide, à laquelle Braconnot conservait le nom de suif, et *oléine* la partie liquide que Braconnot nommait *huile*.

3754. On obtient ces deux substances, soit par expression, soit par dissolution. Dans le premier procédé, qui s'applique aux huiles, on fait congeler l'huile, en abaissant la température, on presse la masse entre des feuilles de papier joseph, qui s'imbibent ainsi de l'*oléine* et abandonnent la *stéarine*. Dans le second, qui s'applique spécialement aux graisses (3722), on traite la graisse dans un matras, par sept à huit fois son poids d'alcool bouillant, et d'une densité de 0,791 à 0,798; on décante la liqueur au bout de quelque temps, on traite le résidu par du nouvel alcool, jusqu'à ce que toute la graisse soit dissoute. Chaque portion d'alcool laisse déposer, par le re-

froissement, la stéarine, sous forme d'aiguilles, et retient l'*oléine*, qui, en dissolution à  $\frac{1}{5}$  de son volume, se forme une couche semblable à l'huile d'olive, à l'eau (37), pour la dépouiller de toutes les alcooliques qu'elle peut retenir, de nouveau la stéarine par de nouvelles dissolutions de l'alcool; et on purifie l'*oléine* com-

par la congélation et l'expression, jusqu'à ce qu'on obtienne l'*oléine* pure. 3755. La *stéarine* est alors très soluble dans l'alcool froid, soluble dans l'alcool bouillant d'une densité cristallisant, par le refroidissement, en brillantes. L'*oléine* a l'aspect d'une huile, se dissout dans 51,5 p. d'alcool d'une densité de 0,816. Elles se dissolvent toutes deux, du reste, avec les bases salines, de la même manière que les corps gras ordinaires. Elles se volatilisent sans altération.

3756. Mais ces deux distinctions sont encore plus arbitraires que celle établie entre la bassorine et la lubine. Car nous avons vu que la chaleur suffisait pour transformer les corps gras en un nombre indéterminé de produits, qui, à mesure qu'on prolonge l'action de la chaleur se joint celle d'une action désorganisatrice de la

3757. En vertu de quel principe est-ce que l'on regarde l'*oléine*, comme obtenue avec la plus grande pureté, quand, après des ébullitions suffisamment répétées, elle reste fluide? A-t-on essayé de reconnaître, si, par cette alternative d'ébullitions et de refroidissements, on ne l'amènerait pas à être fluide à — 60°? Quels noms prendra-t-on à ces diverses phases?

Quand elle n'est fluide qu'à zéro, quel doit être cette propriété? à une stéarine? Mais à cette température, se fige-t-elle? d'où vient que pourtant l'*oléine* conserve encore toute sa limpidité? Si, du reste, elle se dissout encore de la stéarine, qui ne s'en tient pas en solution à — 60°?

3758. Enfin, nous avons vu que la stéarine a la propriété d'absorber l'oxygène de l'air, et que leur fluidité, en raison de la quantité

(\*) Malgré le peu de fixité de ces caractères, il n'est pas moins permis de considérer les stéarines et lubines comme des espèces différentes.

nt ; qu'elles se transforment ainsi , en tissus (3182). Or, cette trans- e absorption d'oxygène ayant lieu et avec lenteur, on peut admettre olécules des huiles ne subiront cette absorption à la fois, qu'à que les unes seront moins oxygé- tres, et par conséquent moins is solubles dans l'alcool que les l cela par des gradations, entre ait tout aussi difficile de trouver ignes de démarcation, qu'entre ridus, dont chacun aurait un an autre. Aussi, dès les premières rencontre une assez grande partie ions organiques ; et si on finit par deux types extrêmes, ce n'est ir soumises à l'influence des di- altération que nous avons men- aut.

équence, au lieu de distinguer les huiles grasses et les graisses, peut-être à en distinguer aisé- ine, en admettant, comme caractère plus ou moins grande fluidité ou

s principes développés dans cet rtent à penser que l'huile traitée it en partie les propriétés qui la l'espèce oléine, à une certaine rticules alcooliques, qui reste- inaison intime avec elle. Car si finité pour l'huile, il faut bien que l'huile a de l'affinité pour si l'alcool tend à s'emparer de son tour tend à retenir l'alcool sa volatilité, à lui communiquer l'élimination de l'alcool par l'action erait le résultat de l'excédant d'in- on de la chaleur, sur l'intensité de imique. Si, au lieu de la chaleur, ir purifier les huiles, l'action des il suffit de se rappeler les obser- is avons déjà développées, pour u que chaque globule oléagineux dans sa substance, une certaine lécules alcooliques que l'eau ne re.

xpérience curieuse rapportée par t à l'appui de cette opinion. « Il y

que nous n'avons pas cessé de développer is depuis plusieurs années, paraissent avoir , qui avoue que rien ne prouve que l'huile

a, dit-il, une méthode moins connue et plus pénible (que la saponification) pour faire que les huiles se mêlent à l'eau ; aussi les artistes la regardent-ils comme un secret ; elle consiste à faire digérer dans l'alcool, assez longtemps et suivant les règles de l'art, quelque-une de ces huiles, qu'on appelle essentielles, et à mêler ensuite intimement le tout par plusieurs distillations répétées ; par là la principale partie de l'huile est si fort atténuée et si bien confondue avec l'alcool, que ces deux liqueurs peuvent se mêler avec l'eau. » Ce que l'auteur dit des huiles essentielles aurait évidemment lieu avec les huiles grasses.

3762. Comme l'absorption de l'oxygène par l'huile a lieu d'une manière d'autant plus rapide que la saison est plus avancée et la température plus élevée, on est en droit d'assurer que l'opération dont nous parlons exigera plus ou moins de manipulations et fournira des produits plus ou moins variés, selon qu'on aura à opérer sur une huile plus ou moins âgée, obtenue par l'expression de fruits cueillis à une époque de l'année plus ou moins chaude, ou sur une huile exposée, depuis plus ou moins longtemps, à l'influence de l'air atmosphérique, dans des vases plus ou moins bien fermés.

3763. Quant aux analyses élémentaires de l'oléine et de la stéarine, faites par le même auteur, elles présentent, entre elles, bien moins de différences que deux analyses d'un même corps gras faites par deux auteurs différents. On pourra s'en convaincre, en comparant les nombres consignés dans le tableau ci-dessus, et dans celui que nous allons donner plus bas pour ces substances supposées immédiates.

3764. La preuve de ce que nous avons avancé, au sujet de la fugacité des caractères de la stéarine et de l'oléine, c'est la dissidence que l'on remarque déjà entre les résultats obtenus par les expérimentateurs. Braconnot a retiré, de l'huile d'amande à — 10°, 0,24 de stéarine fusible à 6° ; et 0,76 d'élaine qui ne se congèle pas par le plus grand froid. Gusserow au contraire n'a pu en extraire la moindre trace de stéarine en exprimant les amandes à — 12°, plus fortement à — 4°, et enfin à quelques degrés au-dessus de zéro. Le premier auteur a remarqué qu'à — 6°, l'huile d'olive dépose 0,28 de stéarine fusible à 20°, et laisse 0,72 d'élaine. D'après Gusserow, la stéarine fond à 10°, quand on la laisse quelque temps exposée à celle

ne contienne pas plus de deux huiles. (*Traité de chimie*, trad. p. 269, tom. V, Paris, 1831.)

température. Braconnot a reconnu encore que l'huile de navette se compose de 0,46 parties de stéarine fusible à 70,5, et de 0,54 d'élaine qui conserve l'odeur de l'huile de navette.

3765. Depuis la publication de ce livre, les chimistes, qui ont cherché à reprendre ce sujet, ont été forcément amenés à confirmer nos prévisions. Ceux qui ont traité les graisses par l'éther, au lieu de l'alcool, ont augmenté d'un nouveau produit le nombre des principes admis dans les huiles. Ainsi, Lecanu (*Académie des sciences*, 20 janvier 1834) annonce que la stéarine obtenue par l'alcool est composée de deux principes, l'un plus fusible et plus soluble dans l'éther que l'autre, et qui pourrait correspondre au principe solide des huiles végétales; il appelle *stéarine* la moins fusible, et *margarine* l'autre; et nous prédisons que tout n'est pas fini à cet égard. Le chimiste qui voudra donner un nom à tous les degrés de fusibilité et de solubilité des graisses, n'aura qu'à les traiter par les diverses huiles essentielles ou résines; il trouvera matière à former un riche catalogue des principes de cette valeur. On avait déjà eu l'occasion de faire une remarque semblable, à une époque où la chimie pharmaceutique n'avait pas encore pris le vol hardi qui la mène aujourd'hui aux découvertes; et le *Bulletin de pharmacie*, tom. I, p. 500, avait déjà fait connaître qu'une dissolution de trois parties d'huile d'olive, dans deux parties d'éther sulfurique, reste liquide à 18° au-dessous de zéro, qu'en mélangeant ensemble parties égales d'éther, d'alcool et d'huile fixe, il en résulte, par l'agitation, au bout de quelques minutes, deux couches très-distinctes, l'une inférieure composée d'éther et d'huile, et l'autre supérieure presque uniquement composée d'alcool.

3766. Or, diminuez la dose d'éther, dans la première expérience, vous diminuerez proportionnellement la fluidité de l'huile; mais tant qu'il restera dans l'huile une certaine quantité d'éther, l'huile conservera une fluidité qui lui est étrangère, et l'huile ne saurait jamais être dépouillée de toute la quantité d'alcool ou d'éther, ou de tout autre menstrue qu'on lui aura une fois associé (3760).

3767. De même que la stéarine a été divisée en deux substances, de même, et en vertu de la même méthode, l'oléine n'a pas tardé à être suivie de l'élaidine, substance qui proviendrait, d'après F. Boudet, de l'action de l'acide nitrique et de l'acide nitreux sur les huiles d'olive, d'amandes douces, de noisettes, de noix, d'acajou, et probablement, dit Thénard, de beaucoup d'autres.

Quand on mêle cent parties d'huile avec un mélange de trois parties d'acide nitreux à 35°, et une partie d'acide nitreux pur, et qu'on abandonne le liquide à lui-même pendant un temps suffisant, l'huile se trouble peu à peu, et, après 12 heures, à la température de 15°, elle se trouble avec de l'alcool, qu'elle se trouble, etc., puis on la comprime entre deux feuilles de papier non collé, pour en extraire la plus grande quantité de matière oléagineuse possible. Le résidu, presque égal en poids à celui de la matière primitive, est l'élaidine pure; elle est fusible à 56°, soluble en toute quantité dans l'éther sulfurique, presque insoluble dans l'alcool, à 0,897 de densité; car, à l'ébullition, il n'en dissout qu'une petite quantité de son poids, et se trouble par le refroidissement. A la distillation dans une cornue, elle donne un produit liquide qui forme la moitié du volume de l'élaidine et se prend en masse par le refroidissement, se prend en masse butyreuse; dans ce produit se trouve une petite quantité d'acide élaidique. Avec la potasse, elle se transforme en glycérine et en élaidate de potasse. Que se passe-t-il, demande Thénard, pendant cette opération? On l'ignore, parce qu'il n'y a aucun des produits qui se forment, mais, c'est que l'huile solidifiée par l'acide nitreux, lorsqu'elle a été mélangée avec l'acide nitreux.

3768. Et sur ce peu de choses, les auteurs établissent négativement l'existence d'une substance qui, comme ayant été obtenue à l'état pur, nous invitons les auteurs qui se livrent à la recherche de ces sortes de substances à soumettre les mêmes huiles à l'action de l'acide sulfurique, ou à celle de l'acide nitreux, et enfin à celle de tous les acides qui ne manqueront pas de grossir le catalogue. En effet, ils auront la même fluidité, mais en plus ou moins de temps, la même couleur, de solubilité, d'élaidine différents, selon la nature de la dose qu'ils en emploieront. Nous ne pouvons en outre que, depuis longtemps, l'acide nitrique transforme l'oléine en acide oxalique et malique, qui se trouvent dans l'élaidine, après ébullition. D'un autre côté, un acide uranique excès s'emprisonne tellement dans les huiles oléagineuses, qu'il est difficile de constater la présence aux papiers.



tant mieux que la consistance de la substance est grande.

L'huile de ricin (*palma christi*), et par le même procédé, l'auteur a obtenu néanmoins une nouvelle substance, la *palmine*, parce qu'elle a conservé l'odeur du ricin, qu'elle fond à 66°, et se prend promptement en une masse, dont la consistance est à celle de la cire. Tout le reste est aux caractères ci-dessus; nous ne sommes au bout, sans doute.

*Glycérine* (3255, 3263).

En appliquant les principes que nous venons de voir à la *glycérine*, telle que nous l'avons, on n'aura pas, je pense, de peine à la considérer comme un mélange, en proportions variables, de l'huile plus ou moins de sucre qui se sera formé aux dépens de la masse, par l'action de la base on l'a traitée à chaud. Cette portion huileuse se sera transformée en sucre, à la quantité d'oxygène qui lui manquait pour représenter, avec l'hydrogène qu'elle contenait, le volume d'eau. Quant à sa solubilité dans l'alcool, il est permis de l'attribuer à la portion oléagineuse, à la présence formée dans le cours de l'opération peut-être à une simple suspension, due à l'association de la portion oléagineuse et du sucre, qui a la propriété de rendre l'eau les huiles essentielles également solubles dans l'eau et dans l'alcool (3761).

*Cétine* (Chevreul).

On obtient la *cétine* du blanc de baleine, en le dissolvant dans l'alcool et le refroidissement. Elle se présente en lames cristallines en apparence : elle fond à 49°. Dans le vide elle se volatilise promptement, et se dissout dans 40 parties d'alcool. La principale différence de la *stéarine* consiste dans la fusibilité de la *cétine* et de l'autre à 49°. Une autre différence signalée par l'auteur : c'est la forme de la saponification, outre les acides qu'on obtient plus bas, de 56 sur 64 d'une huile qui rentre en fusion à 48°, et que l'auteur

ne peut objecter que cette substance n'offre pas de différence, mais aux observations que nous avons déjà faites à cet égard, nous pouvons ajouter une expérience de plus. L'huile de marsouin, qui est acide,

leur a nommée *Éthal*, des deux syllabes initiales de l'éther et de l'alcool, à cause que l'hydrogène bicarboné de cette substance étant égal à celui de chacune des deux autres, la quantité d'eau qui équivaut à ses 6,289 d'oxygène combiné avec 1,321 d'hydrogène est, à l'égard des quantités d'eau qu'on peut considérer comme associées à l'hydrogène bicarboné de l'éther et de l'alcool, dans le rapport simple des nombres 1, 4, 8. On voit que l'étymologie de ce nom un peu bizarre dérive d'un jeu d'esprit plutôt que d'un caractère inhérent à la substance.

*Cholestérine* (Chevreul).

3772. On l'obtient, comme la substance précédente, par le refroidissement de la solution alcoolique des calculs biliaires de l'homme. Elle ne fond qu'à 137°; 100 grammes d'alcool bouillant ayant une densité de 0,816 en dissolvent 18 grammes. Or, la bile n'étant qu'un savon à base de soude, mêlé à de la résine, on s'expliquera la résistance de ce corps gras à l'action de la chaleur, par une altération profonde produite sur les principes de la graisse, sous l'influence successive de la saponification et de l'action des organes. L'huile de noix, abandonnée au contact de l'air, finit par acquiescer à cette solidité et ce peu de fusibilité. Je propose aux chimistes le sujet suivant de recherches :

Analyser élémentairement chaque jour, une portion de l'huile de noix, abandonnée un mois seulement à l'action de l'oxygène; on obtiendra, au bout d'un mois, trente substances nouvelles, et portant trente noms nouveaux.

*Phocénine* (Chevreul) (3770\*).

3773. On dissout à chaud 10 parties d'huile de marsouin dans 9 parties d'alcool d'une densité de 0,797; on décante, et on soumet la liqueur alcoolique à la distillation. On sature le résidu acide par du carbonate de magnésie. On traite de nouveau l'huile désacidifiée par de l'alcool faible et froid qui s'empare de la *phocénine* proprement dite. C'est une huile très-fluide à 17°, d'une densité de 0,954, exhalant une odeur faible et indéterminable.

3774. Cette *phocénine*, congelée et traitée par

traitée par la magnésie, semble avoir perdu son acidité, même après avoir été dissoute dans l'alcool; mais par distillation, l'alcool abandonne une substance qui rougit sensiblement le tournesol.

le papier joseph, ne se serait-elle pas séparée en deux ou plusieurs autres substances, dont les unes fusibles à une plus basse température et les autres à une plus haute? Je suis porté à le croire.

*Butyrine* (Chevreul) (3390).

3775. La butyrine s'obtient de la manière suivante. On fond le beurre frais à une température de 60°; on décante, dès que le lait de beurre a gagné le fond du vase; on le jette sur un filtre entre deux fourneaux, et on l'agite avec de l'eau à 40°. On décante et on filtre de nouveau. On tient plusieurs jours le beurre à une température de 19°, pour en séparer la stéarine, qui se précipite sous forme de petits grains en apparence cristallisés. On décante; on mêle cette huile dans un ballon, avec un poids égal d'alcool à 0,796 de densité, et à une température de 19°; on agite le mélange de temps en temps; après vingt-quatre heures, l'alcool est décanté, et la partie indissoute mise de côté. On soumet la solution alcoolique à une distillation ménagée, on obtient pour résidu une huile acide, qu'on sature par du carbonate de magnésie. On enlève le nouveau sel de magnésie au moyen de l'eau; on fait chauffer la matière restante avec de l'alcool, et on fait évaporer celui-ci pour avoir la butyrine pure.

3776. Dans cet état, la butyrine est très-fluide à 19°, d'une densité de 0,908, ne se coagulant guère qu'à 0°, et son odeur rappelle le beurre chaud.

3777. Mais l'auteur fait remarquer que cette butyrine est presque toujours jaunâtre, couleur qui, d'après lui, ne lui est pas essentielle, puisqu'il y a des beurres qui fournissent une butyrine incolore. Or, si la butyrine peut renfermer une matière colorante étrangère à son essence, on peut supposer qu'elle dissolvait aussi plusieurs autres substances, et même des sels. Son odeur pourra même lui être étrangère; et alors qui nous empêche de la considérer comme une huile ordinaire, ou bien de l'oléine mélangée?

3778. Quant à moi, je n'y vois pas d'autre différence. Remarquez que l'huile du beurre est acide, et cet acide est de l'acide lactique, qui se forme et reste dans le mélange laiteux. Or un acide communique à une huile la propriété de se dissoudre à froid dans l'alcool. Dans le procédé de l'auteur, l'alcool, au lieu de séparer deux huiles différentes, pourra bien ne faire qu'enlever toute la portion huileuse que l'acide est dans le cas de rendre soluble. Aussi, lorsqu'il a saturé

l'acide par de la magnésie, l'auteur a dans la nécessité de traiter la butyrine à

*Hircine* (Chevreul).

3779. L'hircine s'obtient des graisses de de mouton. D'après Chevreul, elle forme le son mélange avec l'oléine. Du reste, son caractère est de donner, par la saponification, un acide que l'auteur nomme *hircique*.

3780. Composition élémentaire de quelques-unes de ces substances (3725).

	Carbone.	Oxyg.	Hydr.	Azote
Stéarine de mouton.	78,776	11,770	9,454	...
Stéar. d'huile d'oliv.	82,170	11,232	6,302	0,296
Oléine de porc....	79,350	11,090	9,560	...
Oléine de mouton.	79,030	11,422	9,548	...
Cholestérine. . .	84,068	12,018	3,914	...
	85,095	11,880	3,025	...
Éthyl. . . . .	79,766	13,945	6,289	...

3781. Ces nombres amènent à la même conséquence que ceux que fournissent les analyses des corps gras avant toute manipulation (3725) : que leur solidité, à la température ordinaire, est en raison directe de la quantité d'hydrogène qu'ils possèdent. Ainsi la cholestérine, qui est l'altération la moins fusible, ne possède que 3 environ d'hydrogène sur 11, d'après Chevreul, et 6 sur 11 Saussure.

3782. Depuis la publication de cet ouvrage, la science académique a progressé, dans la voie qui nous a donné tant de substances nouvelles. Elle s'était enrichie de substances grasses en *one*; elle y a ajouté depuis des substances grasses en *ine*; espérons qu'après l'apparition de la seconde édition, nous aurons une nouvelle collection de substances grasses en *ane*. Quoi qu'il en soit, la *margarine*, la *stéarine*, la *stéarone*, la *oléine*, substances qui, dans la classification universitaire, se rangent à côté de l'huile, ne sont pas, comme le fait remarquer judicieusement le professeur, que l'acétone soit une substance grasse, mais parce qu'elle se forme dans les mêmes circonstances que la *margarone*, peut les représenter toutes par une propriété commune : l'acide employé, moins une proportion d'hydrogène carbonique.

substances en *one* se produisent, s qu'après avoir mis en contact les *arique*, oléique, stéarique, avec la on distille le mélange; on obtient récipient une substance, dont Mac- imistes du temps avaient parfaite- isi et décrit les caractères, mais que es ont eu l'esprit de revêtir d'un ue. Mais les nomenclateurs sont en- e rapport, en arrière des chimistes siècle, qui ont signalé plus d'une ins le récipient. En théorie, il est prendre que non-seulement la chaux bonate aux dépens de la substance s encore qu'elle s'hydrate; or, comme grasse ne renferme qu'une minime l'eau, il est évident qu'après ce trai- substance grasse offrira bien moins qu'au paravant à l'analyse élémén-

sy, à qui nous sommes redevables de e, de la stéarone, a trouvé que ces e composaient de :

	Carb.	Hydr.	Oxyg.
one. . .	83,34	13,51	3,15
ie. . .	84,78	13,77	1,45

n'a pas été analysée.

s si ces nombres autorisent à adopter lature en *one*, pourquoi conserver la en *ine* à la *cholestérine*, dont l'ana- itaire est, à peu de chose près, la elle de la margarone?

	Carb.	Hydr.	Oxyg.
érine. . .	84	12	4

*margarone* fond à 77°; la stéarone margarone se dissout dans 5 fois son ol à 40° bouillant, mais seulement son poids d'alcool à 36°, dans moins ème partie de son poids d'éther hy- aud, et très-facilement dans l'éther dans l'essence de térébenthine. Mais : nous savons de la stéarone, c'est moins soluble dans l'alcool et l'éther garone. Nous le répétons, la liste ne s'arrêter à ce point; ce ne sont là ais, et la chaux vive, à ce prix, doit a bien plus grand nombre de substan- es en *ine*, *one*, *une* et *ane*.

## § VIII. Produits acides de l'altération des corps gras par la saponification alcaline.

3787. Il est indubitable que l'action des acides concentrés, et surtout celle des bases caustiques, métamorphose la substance grasse en acides de diverses espèces (oxalique, malique, carbonique, et, sans aucun doute, acétique), qui tous peuvent rester dissous dans les huiles ou être emprisonnés par les molécules des graisses (3670). Une fois ce fait admis, il eût été rationnel de chercher à éliminer ces divers acides de la substance grasse saponifiée, avant de se prononcer sur ses caractères distinctifs; et si les caractères distinctifs de la substance saponifiée ne diffèrent de ceux de la même substance avant sa saponification que par l'acidité, l'analogie imposait l'obligation de ne regarder cette dernière propriété que comme un caractère accessoire et tout à fait étranger à la nature de la substance grasse elle-même; il était encore rationnel de penser que l'acide, dont on se sert pour saturer la base du savon, peut rester en grande partie dans la substance grasse et lui communiquer une acidité artificielle (3733). Or ces inductions si rationnelles auraient été adoptées, sans difficulté, par l'ancienne chimie organique, celle du temps des Macquer, Baumé, Boerhaave, etc. Mais dominé par les belles découvertes qui venaient de changer la face de la chimie inorganique, Berthollet manifesta l'opinion que la saponification par les alcalis pourrait bien n'être autre chose qu'une combinaison atomistique d'un acide avec une base. Cette parole tombée de la bouche toute-puissante de Berthollet fut recueillie par Chevreul; et elle nous a valu un assez long catalogue de principes immédiats neutres (3780) ou acides. Il nous reste à examiner ceux-ci.

### Acides stéarique, margarique et oléique.

3788. Ces trois acides sont, en même temps que la glycérine, d'après Chevreul, le produit de la saponification de 100 p. de graisse de mouton, de porc ou de bœuf, par 25 parties de potasse caustique et 100 d'eau, exposée à une température de 100°, jusqu'à ce que le savon soit achevé. On le sépare alors, et on le met en contact à froid avec le double de son poids d'alcool d'une densité de 0,822, qui dissout, en 24 heures, l'oléate de potasse et attaque à peine le margarate et le stéarate. On sépare ensuite le margarate du stéarate, en faisant bouillir la masse attaquée par l'alcool

froid, dans l'alcool bouillant, et cela à plusieurs reprises; le margarate finit par rester tout entier dans l'alcool; et le stéarate s'en précipite à chaque refroidissement.

3789. On isole alors chacun de ces trois acides, au moyen de l'acide hydrochlorique qui s'empare de la potasse.

On trouve les acides margarique et oléique tout formés dans le gras des cadavres.

3790. L'acide oléique diffère des deux autres par les mêmes caractères physiques qui distinguent l'oline de la stéarine (3754). Il a une légère odeur rance; il se fige à quelques degrés au-dessous de zéro. Sa densité est de 0,898 à 19°; l'eau ne le dissout pas sensiblement. L'alcool, d'une densité de 0,822, le dissout au contraire en toutes proportions.

3791. L'acide stéarique diffère spécialement de l'acide margarique, en ce que le premier est fusible à 70° et que le second l'est à 80°, d'après Chevreul. Mais ce caractère, si précis dans les livres, est moins invariable dans le laboratoire, et nos prévisions n'ont pas tardé à se vérifier encore à ce sujet. Lecanu et Bussy n'ont jamais pu obtenir un acide stéarique fusible à plus de 80° (3765). Ces deux acides sont tous les deux insolubles dans l'eau, mais très-solubles dans l'alcool et dans l'éther.

3792. Ces trois acides forment, avec les bases, des sels, solubles avec la potasse et la soude, et insolubles avec la chaux, strontiane, baryte, etc.

3793. L'emploi de l'acide hydrochlorique, dans ce procédé d'extraction, suffirait pour expliquer la faible acidité qui distingue ces acides de l'oléine et de la stéarine, s'il n'était pas démontré que l'action de la potasse sur les matières organiques détermine la formation d'acides déjà connus sous d'autres noms (3787). L'acide oléique, à mes yeux, n'est donc que la partie huileuse tenant en dissolution un acide quelconque; et les acides stéarique et margarique ne sont que deux portions moins fusibles l'une que l'autre de la partie grasseuse du suif, mêlées, comme le premier acide, à une certaine quantité d'un acide étranger.

#### *Acide phocénique* (Chevreul).

3794. En traitant, comme ci-dessus, par les alcalis, l'huile de marsouin ou celle de dauphin, on obtient de l'acide oléique, de l'acide margarique et de l'acide phocénique à l'état de sels alcalins. On sature la base par un excès d'acide tartrique ou phosphorique; l'acide phocénique reste dissous dans l'eau que l'on décante, que l'on filtre et qu'on

soumet à la distillation. L'acide phocénique se volatilise ainsi que l'eau. On sature le produit de l'hydrate de baryte que l'on dessèche; l'on décompose ensuite en sulfate de baryte et l'acide phocénique, au moyen de 33,4 parties d'acide sulfurique étendu de 33,4 parties de sel.

3795. Cet acide se distingue de l'acide oléique parce qu'il est soluble dans 18 parties d'eau; sa densité à 28° est de 0,932, que son point d'ébullition est de 170°. Sa saveur rappelle celle de la pomme de terre; sa capacité de saturation pour le baryte n'est que la moitié de celle de l'acide stéarique, margarique et oléique.

On le trouve libre en petite quantité dans l'huile de marsouin, uni à l'oléine et dans celle du dauphin.

3796. Ici la présence d'un acide étranger dans le mélange assez considérable d'acide oléique et d'acide margarique combiné à la substance grasse paraît d'une évidence incontestable par l'odeur de cette huile.

#### *Acides butyrique, caproïque et caprique* (Chevreul, 3390).

3797. On obtient ces trois acides séparés en traitant le beurre par le même procédé que l'huile de marsouin (3794). La glycérine est encore de l'opération. On soumet à la distillation le savon traité par l'acide tartrique; les acides gras passent dans le récipient, et on les sépare les uns des autres par l'acide sulfurique. On se fondant sur ce que 100 parties d'acide sulfurique dissolvent 36 parties de butyrate à 10°, 8 de caproate à 0,5 de caproate à 20°. On isole donc d'eux, au moyen de l'acide sulfurique, dans les mêmes proportions que ci-dessus (Chevreul).

3798. L'acide butyrique, qui existe en petite quantité dans le beurre, est semblable à une huile volatile; sa densité est de 0,9675 à 10°. Son odeur est analogue à l'acide phocénique, et sa saveur laisse un goût douceâtre.

3799. L'acide caproïque ne s'en distingue par un arrière-goût douceâtre plus prononcé; sa densité est de 0,922, à 20°.

3800. L'acide caprique ne se distingue de l'acide caproïque que par une odeur plus forte. Il a la même odeur que l'acide caproïque, qui se rapproche en même temps un

trois acides se dissolvent en toutes ans l'alcool.

acide acétique, du sucre, une sub-  
te, mêlés à de l'huile plus ou moins  
action de la chaleur et celle des aci-  
est là incontestablement toute l'ori-  
ides, dont les différences tiennent  
ose. En admettant de tels caractères  
lques, le beurre doit fournir, je ne  
l'assurer, un plus grand nombre

*ide hircique* (Chevreul).

ait de l'action des alcalis sur les grai-  
: de mouton (3723); liquide à zéro,  
l'odeur DE L'ACIDE ACÉTIQUE ET  
c, peu soluble dans l'eau, très-solu-  
ol, mais du reste très-peu étudié.  
ctère de cet acide est dans l'odeur ;  
ous pourrez faire de toutes pièces de  
bouc, en mélangeant une graisse  
avec le *Satyrinum hircinum*, orchi-  
le bouc à vingt pas à la ronde; vous  
s pièces l'acide hircique, en traitant  
comme Chevreul traite la graisse de  
e, ou en pétrissant l'acide oléique  
: ci-dessus.

*garitique, ricinique et élaïodique*  
ecanu); *stéaro-ricinique, ricini-*  
*-ricinique* (Berzélius).

ide margaritique entre en fusion  
en grande partie sans altération à  
. Il est insoluble dans l'eau, soluble  
bouillant, d'où il se précipite par le  
nt en écailles nacrées. Sa combinai-  
magnésie est insoluble dans l'al-

ide ricinique, produit de la saponifi-  
ile de ricin, est fusible à 22°, peu  
r sa volatilisation, insoluble dans  
oluble dans l'alcool et dans l'éther,  
ient le tournesol, décompose les car-  
ud. Les sels qu'il forme avec la ma-  
lomb sont très-solubles dans l'alcool  
dans l'eau. On l'obtient aussi de  
cin par la distillation à 265°, qui  
liquide composé d'eau, d'ACIDE ACÉ-  
e volatile, d'acide ricinique et d'acide  
Le résidu, chauffé avec de l'eau,  
r de l'huile volatile; on le combine  
. — TOME II.

avec 1/10 de magnésie caustique, et il forme une  
combinaison saline qu'on dissout dans 4 p. d'al-  
cool à 36°. La dissolution dépose, par une évapo-  
ration spontanée, du ricinate de magnésie qu'on  
décompose par l'acide hydrochlorique.

3805. L'acide élaïodique ne s'en distingue que  
parce qu'il ne se fige qu'à plusieurs degrés au-  
dessous de zéro.

3806. On voit dans toutes ces découvertes,  
qu'en admettant un simple mélange d'acide qui,  
dans cette circonstance, pourrait bien n'être que  
de l'acide acétique (3804), avec l'huile employée,  
tout se réduit toujours à obtenir une portion plus  
fluide et plus soluble que l'autre (3754).

*Acides cévadique et crotonique* (Pelletier et Ca-  
ventou, Brande).

3807. Produits de la saponification, le premier  
de l'huile de la graine de *Veratrum cecadilla*,  
le second de l'huile de *Croton tiglium*. Ces acides  
étant très-volatils, on suit, pour leur extraction,  
les mêmes procédés que pour les acides phocénique  
et butyrique (3797).

3808. L'acide cévadique se sublime en aiguilles  
blanches, nacrées, qui entrent en fusion à la tem-  
pérature de 20°, et répandent l'odeur du beurre  
rance (3390); il est soluble dans l'eau, l'alcool et  
l'éther (3720). Le sel ammoniacal y fait naître un  
précipité blanc dans une dissolution de sels à base  
de fer.

L'acide crotonique se congèle à — 5°; il se vo-  
latilise à quelques degrés au-dessous de zéro, en  
répandant une odeur pénétrante, nauséabonde,  
qui irrite le nez et les yeux; il agit comme  
poison.

§ IX. *Produits acides de la saponification*  
*par les acides* (3768).

*Acide cholestérique* (Pelletier et Caventou).

3809. On chauffe la cholestérine (3772) avec  
son poids d'acide nitrique concentré; il se dégage  
beaucoup de GAZ OXYDE D'AZOTE; et la liqueur, par  
le refroidissement, et surtout par une addition  
d'eau, laisse déposer une matière jaune, qui est  
l'acide cholestérique impur et imprégné d'ACIDE  
NITRIQUE. On le purifie ou par plusieurs lavages à  
l'eau bouillante (3733), ou en le faisant fondre  
dans l'eau chaude, y ajoutant une petite quantité  
de carbonate de plomb, faisant bouillir le tout  
pendant quelques heures, décantant et renouvelant  
l'eau de temps en temps, desséchant la masse, la





*Composition élémentaire de ces mélanges acides.*

Carbone.	Hydrog.	Oxyg.	
. . 80,145 .	12,478 .	7,377 .	Chevreul.
ie. 79,053 .	12,010 .	8,937 .	Id.
. . 80,942 .	11,359 .	7,699 .	Id.
ie. 66,890 .	7,580 .	26,030 .	Id.
. . 62,417 .	6,998 .	30,585 .	Id.
. . 68,692 .	8,869 .	22,439 .	Id.
. . 74,121 .	9,737 .	16,142 .	Id.
[ . 70,500 .	10,910 .	18,590 .	Bussy et Lec.
. . 73,560 .	9,860 .	16,580 .	Id.

ant ce tableau avec celui des corps et de leurs produits neutres (3780), les nombres en sont presque équivalents, par la saponification, quelques-uns sont devenus plus fusibles et plus solubles dans l'alcool (3725), c'est en s'enrichissant d'une nouvelle quantité d'oxygène.

*Formules atomistiques (799) des corps gras.*

Les nombres obtenus par l'analyse élémentaire pouvaient manquer de fournir au chimiste, dont nous avons tant de fois eu l'occasion de reconnaître les coups inattendus, un sujet de combinaisons de lettres. Le tableau ne change plus dans une page d'impression, que les résultats s'obtiennent en fixant sur la page, on se livre sans travail mécanique, et l'on fonde une confiance sur une précision, que nul ne peut contredire par l'expérience directe.

Il est ainsi que, d'après nos auteurs, la stéarine (3780) aurait pour formule atomistique :  $C^{146} H^{140} O^7$ ; que l'acide stéarique serait représenté anhydre par la formule  $C^{134} O^5$ , la glycérine anhydre par la formule  $C^{10} H^{18} O^3$ , qui permet de considérer la stéarine comme une combinaison d'un atome d'acide stéarique et d'un atome de glycérine, tous deux anhydres.

Cependant les chimistes admettent la transformation de la graisse en savon par l'addition de bases. Comment concilier cette transformation ? à peu près comme l'on connaît la transformation de l'acide stéarique en alcool stéarique, n'est-ce pas. Quoi qu'il en soit, si la stéarine est une combinaison d'acide stéarique et de glycérine, pourquoi ne peut-on pas refaire de la stéarine en associant de toutes pièces l'acide stéarique à la glycérine ? Mais enfin la stéarine de mouton (3780) présente les mêmes nombres que le suif de mouton (3725). Faut-il aussi admettre que le suif peut être représenté par un atome d'acide stéarique et un atome de glycérine ? Mais l'acide stéarique n'est supposé anhydre par Chevreul que dans ses combinaisons salines ; comment se fait-il qu'il soit anhydre dans la stéarine ? Au reste, l'état anhydre de l'acide stéarique n'est établi que sur une hypothèse purement arbitraire ; pourquoi se permettre de fonder un calcul sur une hypothèse ?

3822. L'acide margarique est représenté, d'après la même hypothèse, à l'état anhydre par la formule  $= C^{70} H^{65} O^3$ , et à l'état hydraté par la formule  $= C^{70} H^{65} O^3 + H^2 O$ . « Mais, ajoute Berzélius, en admettant une légère erreur dans les données de l'analyse (supposition qui peut être justifiée par l'extrême difficulté que présente la séparation complète de l'acide oléique), et substituant  $H^{67}$  à  $H^{65}$ , l'on arrive à une conséquence remarquable sur la composition des acides stéarique et margarique. Ils pourront être en effet considérés comme ayant pour radical commun  $C^{70} H^{67}$ , et seront représentés, savoir : l'acide stéarique par  $2 C^{70} H^{67} + 5 O$ , et l'acide margarique par  $C^{70} H^{67} + 3 O$ . Cette relation est la même que celle qui existe entre l'acide hyposulfurique et l'acide sulfurique. » Voyez comme c'est curieux et inattendu ! Otez 2 à un chiffre, et d'un trait de plume vous avez une autre valeur nécessairement ; et puis, comme dans l'un on trouve 5 O et dans l'autre 3 O, aussitôt un rapprochement entre l'acide sulfurique et l'acide hyposulfurique. Mais l'acide oléique est représenté par la formule  $2 C^{70} H^{65} + 5 O$ . Est-ce que, par la même occasion, on ne pourrait pas supposer une petite erreur qui permette d'obtenir  $H^{67}$  ? Cela coïncide si peu avec des nombres qui ne se trouvent jamais deux fois de suite les mêmes à l'analyse de la même substance ; dans ce cas, l'acide oléique serait isomérique avec l'acide stéarique.

3823. Nous avons déjà mentionné la bizarre combinaison de lettres majuscules, sur laquelle est fondé le mot d'éthyl (3771). Chevreul ayant trouvé que la formule atomistique de cette substance pouvait être représentée par  $C^{32} H^{34} O$ , a divisé par 4 chacun de ces exposants, et a obtenu  $C^8 H^8 O = 4 C^8 H^8 + H^2 O$ . Or, comme l'éther peut être représenté, d'après la théorie atomistique, par  $C^8 H^8 + H^2 O$ , et l'alcool par  $C^8 H^8 + 2 H^2 O$ , il s'ensuit qu'il existe un rapport simple entre les proportions des principes constituants

de l'éther et de l'alcool. On voit que la théorie atomistique conduit à des conclusions qui ne sont pas toujours en accord avec l'expérience. Mais, d'un autre côté, elle permet de faire des rapprochements qui seraient impossibles sans elle. C'est pourquoi, malgré ses défauts, elle est restée la base de la chimie moderne.

de ces trois substances ; d'où l'auteur a été porté à désigner cette substance par la réunion des initiales d'éth(er) et d'alcool. Est-ce joli ? Mais si on avait voulu diviser les exposants de ces lettres par 5, on aurait eu la formule suivante  $C^{32}H^{34}O \approx 5 C^6H^7 + C^4H^4 + H^2O$ , en divisant par 5, on aurait obtenu la formule suivante :  $5 C^6H^7 + C^4H^4 + H^2O$ , par 3 =  $8 C^4H^4 + H^2O$ ; par 7 =  $7 C^4H^4 + C^4H^4 + H^2O$ . Tous résultats aussi jolis, aussi bizarres que le premier, où les lettres se rencontrent et s'accrochent, se quittent et se reprennent exactement comme les atomes d'Épicure. Or, puisque tout cela dépend d'une division par un nombre, pourquoi adopter pour diviseur celui-là plutôt que l'un de ceux-ci ? Une valeur est susceptible d'être divisée de mille manières différentes, et vous n'en invoquez qu'une seule : et si vous plaît de n'en baser le nom que sur une seule. C'est alors du bon plaisir en chimie organique.

3824. Nous le déclarons d'avance, et nous le démontrerons à la fin de ce volume, il n'est pas une de ces formules atomistiques qui mérite la moindre attention, et qui représente le moindre des phénomènes, d'une manière invariable et précise. Nous n'en pousserons pas plus loin la discussion, on ne discute pas sur des combinaisons de lettres et sur des coups de dé. Nous nous arrêterons à ce que l'analyse élémentaire offre de positif, aux nombres designant le poids des substances gazeuses éliminées par le feu. La synthèse de l'ancienne méthode considérait toutes ces quantités, comme provenant d'une substance simple. Mais si la substance analysée s'était trouvée un mélange de deux ou plusieurs substances organiques, l'analyse ne l'aurait pas indiqué, et elle ne l'a pas même soupçonné. Nous avons démontré ci-dessus que ces sortes de mélanges doivent se reproduire de toutes pièces, soit dans la nature, soit dans le laboratoire. Cherchons, par une simple addition, à donner un exemple des nombres que nous fournirait, à l'analyse, un mélange graisseux, dont il nous est permis de soupçonner l'existence.

3825. Soumettons, à l'analyse élémentaire, un mélange de 100 parties d'huile de poisson et de 100 parties d'acide acétique; nous obtiendrons nécessairement la somme des nombres suivants, dont nous retranchons les fractions par les raisons ci-dessus exposées (257)

	Carb.	Hydrog.
Huile de poisson	= 80	14
Acide acétique	= 51	5
Mélange des deux	131	19
réduit à 100	= $\frac{131}{2} = 65,5$	= $\frac{19}{2} = 9,5$

nombres, comme on le voit, qui se rapprochent de l'analyse de l'acide phocénique 3826, que se rapprochent ordinairement deux analyses de la même substance de deux auteurs différents.

	Carb.	Hydrog.
Acide phocénique.	66	7
Mélange . . . . .	65	9

Et certainement le mélange qui donne l'acide phocénique a passé par trop de mains pour qu'il soit aussi simple que nous le supposons. Cet exemple suffira pour comprendre la justesse de la théorie de chacun pourra facilement, à l'aide de ces sortes d'exemples, de multiplier ces sortes d'exemples, de manière moins idéale, n'auront qu'à les diverses graisses d'un acide ou d'autre, et à les faire passer ensuite par des dissolutions et précipitations, au moyen desquelles on extrairait leurs acides, et ils pourraient les proportions, refaire, de toutes les mêmes graisses, presque tous les autres, dont nous venons de présenter sur le même tableau.

#### § XIV. Diverses espèces d'acides graisses.

3826. Il est constaté que les huiles et à l'état fluide sont susceptibles de se combiner avec les gaz, des sels (\*), des substances organiques diverses espèces. Or, lorsqu'on extrait des semences végétales ou des organes animaux, il est impossible qu'on n'exprime pendant longtemps les sels et autres substances qui sont dans les mêmes régions que l'huile, et qui ne sont pas forcément en contact avec elle, que par conséquent on n'en facilite par là tout porte même à croire que ces mélanges ont lieu naturellement dans la plante, sous l'influence des lois de la

(\*) On aurait tort de penser que ces sels se retrouveront tous par l'incinération, et que ces substances ne peuvent pas contenir des sels ammoniacaux (3124), parce que leur analyse élé-

mentaire n'offre pas de traces d'azote. L'analyse élémentaire laisse échapper bien d'autres choses.

, une fois ces considérations admises, on ne peut pas admettre la conséquence qui en résulte, à savoir que les différences spécifiques des huiles doivent être attribuées à la nature des substances étrangères qu'elles tiennent en dissolution. Cette hypothèse, les propriétés caractéristiques des huiles sont inexplicables. Comparer en effet que des substances, dont la composition élémentaire offre si peu de différences, doivent toutes être considérées comme une seule et même de plus ou moins d'hydrogène carboné, exercent sur l'économie animale des effets divers, que les unes sont alimentaires, d'autres des poisons ou des drastiques plus ou moins puissants ?

Plusieurs auteurs ont soupçonné l'existence de mélanges semblables dans certaines huiles du commerce. Ainsi Soubeiran a tenté de séparer les qualités purgatives de l'huile de ricin d'une résine âcre, qu'il a extraite de l'huile par la potasse, précipitant par le sulfate de baryte ou la chaux, et traitant le précipité par l'alcool bouillant qui l'abandonne en dépôt ; on évapore ; on traite le résidu par l'eau qui dissout la résine, sans toucher au dépôt ; on lui a objecté qu'il n'avait point l'expérience, les vertus laxatives de l'huile extraite par l'éther. On avait remarqué, en France, les propriétés de l'huile de ricin à une substance âcre contenue dans les graines ; mais Guibourt a combattu cette opinion, en disant que cette substance est volatile et s'échappe à la température nécessaire pour extraire l'huile soit par expression

soit par ébullition dans l'eau. Cette raison doit paraître de bien peu de valeur, si nous voulons nous rappeler que l'acide acétique cesse, à une certaine époque, de se volatiliser par la chaleur, lorsqu'il est uni à la portion la moins phosphatée de l'albumine. Il est donc possible qu'une portion de cette substance âcre cesse de se volatiliser, à cause d'une association plus intime avec l'huile.

3829. L'analogie doit donc porter nécessairement à admettre que toutes les huiles sont identiques, que leurs différences dans la couleur, l'odeur, les propriétés médicales et autres ne proviennent que des substances étrangères qui leur sont associées ; que leurs caractères distinctifs réels et inhérents à leur composition élémentaire, consistent dans le plus ou moins de fluidité et de solubilité dans l'alcool, à cause de la plus ou moins grande proportion d'oxygène qu'elles renferment (3725).

3830. La chimie doit aujourd'hui travailler non pas seulement à constater les autres différences, mais à en reconnaître la cause, et à en reproduire artificiellement les effets. Le principal résultat de cette étude philosophique sera de faire disparaître, du catalogue de la science, cette longue liste d'espèces et de variétés, que le plus mince travail enrichit encore chaque jour d'un nouveau nom.

3831. Les bornes de cet ouvrage ne me permettent pas de me livrer à un examen critique de toutes ces créations ; il me suffira de présenter, dans le tableau comparatif qui suit, les caractères les plus saillants des espèces d'huiles et de graisses les plus répandues dans le commerce.

# HUILES VÉGÉTALES.

HUILE de	EXTRAITE des semences du	ÉPAIS- SIR à	SE SOLUBLE à	PESAN- TEUR spécif. que 1-15°.	COULEUR.	ODOR.	SAVEUR.	USE PARTIE d'alcool en dissout, à froid à ch.	QUANTITÉ de stéarine.	PROPRIÉTÉS.
1 <sup>re</sup> HUILES SICCATIVES.										
Lîn (*).	<i>Linum usitatissimum.</i>	+20°	-27° 5	0,9308	jaune clair.	particulière.	particulière.	0,095	assez grande	plus siccativ que celle de No.
Noix.	<i>Juglans regia.</i>	-18°	-27° 5	0,9285	verdâtre.	nulle.	agréable.	.....	.....	sert à l'éclair. (*), less.
Chênevis.	<i>Cannabis sativa.</i>	-1	-27° 5	0,9276	jaune verdâtre.	désagréable.	fade.	0,032	.....	verna. le savonvert
OFillet.	<i>Papaver somniferum.</i>	-3	-18°	0,9245	verdâtre.	nulle.	d'huile d'olive.	0,04	0,85	alimentaire.
Ricin.	<i>Ricinus communis.</i>	.....	-18°	0,9099	jaune ou incol.	<i>Id.</i>	fade.	1	.....	purgative (1058.)
Croton.	<i>Croton tiglium.</i>	.....	.....	.....	jaune de miel.	de jalap.	âcre.	0,66	.....	purgative.
Belladone.	<i>Atropa belladonna.</i>	16°	-27° 5	0,9260	jaune doré.	nulle.	fade.	.....	.....	sert à l'éclair. et aux
Tabac.	<i>Nicotiana tabacum.</i>	-14°	.....	0,9223	jaune verdâtre.	<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	.....	.....	assaisonnem. (*).
Soleil.	<i>Helianthus annuus.</i>	.....	-16°	0,9202	jaune clair.	agréable.	<i>Id.</i>	.....	.....	peut servir à l'éclair.
Sapla.	<i>Pinus abies.</i>	-15°	-27° 5	0,9285	jaune doré.	térébenthine.	résineuse.	.....	.....	rage et aux alimentat.
Pla.	<i>Pinus sylvestris.</i>	-27°	-26°	0,9312	jaune brunâtre	<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	.....	.....	sert à l'éclairage et
Raisio.	<i>Vitis vinifera.</i>	.....	-16°	0,9293	jaune clair.	nulle.	fade.	.....	.....	aux aliments.

## 2<sup>re</sup> HUILES NON SICCATIVES.



	ue						en dissout.	
Huile ou beurre de cacao (****).	<i>Theobroma cacao.</i>	+ 50°	0,91	blanc jaunâtre.	de chocolat.	de chocolat.	.....	sert à fabriquer le chocolat.
Huile de palmier (*****).	<i>Cocos butyracea.</i>	+ 577° 5	.....	jaune orangé.	de violette.	.....	0,51	
Suif de Piney (*****).	<i>Falertia Indica.</i>	+ 55°	0,926	blanc.	agréable.	.....	0,98	
Beurre de noix muscade (*****).	<i>Myristica officinal.</i>	Composée, d'après Schreder, de 43,07 d'huile semblable au suif, de 51,08 d'huile jaune butyreuse, et de 4,85 d'huile volatile.						
Huile de laurier.	<i>Laurus nobilis.</i>	Fond à + 50°. Composée d'une huile volatile et verte, soluble dans l'alcool, et d'un suif incolore.						
Suif du ya-rïeou [arbre à suif.]	<i>Croton sebiferum.</i>	Ayant toutes les propriétés du suif des animaux ; sert en Chine à faire des chandelles. Les fabricants, pour lui donner de la consistance, le mélangent à une quantité suffisante de cire et à 0,3 d'huile.						

(\*) Unverdorben a trouvé, dans le sédiment que dépose l'huile de lin en se desséchant, une substance grasse, molle, qui est de la stéarine soluble dans 100 parties d'alcool, 50 d'éther froid, 40 d'alcool anhydre, et 20 d'éther bouillant ; plus une poudre brunâtre qui se compose de 1/4 de gomme (3828) et 3/4 d'une substance un peu résineuse qui refuse de se dissoudre dans tous les menstrues.

(\*\*) Elle se dépose comme un vernis sur les parois de la lampe. On pare à cet inconvénient en mêlant l'huile à 1/8 de beurre.

(\*\*\*) Les vapeurs qu'elle exhale, pendant qu'on l'extrait, étourdissent les ouvriers. Le principe narcotique de la plante est retenu par les tourteaux, qu'on ne peut, par conséquent, donner aux bestiaux.

(\*\*\*\*) L'alcool enlève, à la graine de moutarde, une graisse particulière qui se dépose en lames nacrées, fondant à 120°, et ne formant pas de savon avec les alcalis caustiques. L'acide nitrique la transforme en une matière jaune et résineuse que la potasse rend rouge cinabre.

(\*\*\*\*\*) On en a conservé dix-sept ans sans qu'elle soit devenue rance.

(\*\*\*\*\*\*) Peu soluble dans l'alcool anhydre, qu'elle colore en jaune ; sa dissolution dans l'éther est orange.

(\*\*\*\*\*\*) On le coupe difficilement avec le fil métallique dont on se sert pour couper le beurre.

(\*\*\*\*\*\*) On trouve dans le *macis* de la noix muscade, deux huiles grasses, l'une rouge soluble dans l'alcool, et l'autre jaune soluble dans l'éther.

# HUILES ET GRAISSES ANIMALES.

NOMS.	EXTRAITS du tissu adipeux des	SE FOND (") après avoir été fondue, à	COULEUR.	ODEUR et SAVEUR.	100 parties d'alcool bouillant en dissolvent	DENSITÉ.	100 PARTIES PURES APPROXIMATIVEMENT en stéarine. ou oléine.	REMARQUES
Axonge ou saindoux.	{ Homme. Jaguar. Porc.	+ 17°,0 ou 23° + 29°,5 + 20°,5	jaunâtre. jaune orangé. blanc de neige.	humaine. désagréable. fade.	2,50 2,54 "	0,821 0,821 "	38 " 0,938 à 15°	sert aux friur. et aux engrais ou pommad.
Snif.	{ Mouton. Bœuf. Bouc.	+ 37°,0 ou 40° + 37°,0 + 57°,0	blanc pur. blanche. blanche.	" fade. désagréable.	2,20 2,50 "	0,821 0,821 "	" 75 "	" à faire des chandelles, du savon.
Graisse d'oiseaux.	{ Oie. Canard. Dindon.	+ 27°,0 + 28°,0 + 25°,0	incolore. <i>Id.</i> <i>Id.</i>	agréable. <i>Id.</i> <i>Id.</i>	" " "	" " "	52 98 26	comestible.
Beurre.	{ Du lait des bêtes bovines.	+ 26°	jaune ou blan- che.	agréable.	3,46	0,822	40 à 85	comestible.
Huile de pieds de bœuf.	{ Pieds de bœufs bouillis.	+ 8°	jaunâtre.	nulle.	"	"	"	alimentaire et sert au graisage des roues.
Huile de poisson.	{ Poissons et cé- lérés.	0°	blanche ou brun rougeâtre.	désagréable.	"	"	19 (")	à l'éclairage et à la fabrication du savon vert.
Huile de dauphin.	{ <i>Delphinus glo-</i> <i>biceps.</i>	moitié à — 3° moitié à — 4°	jaune citrin.	de marée.	110	0,812	0,918 à 20°	
Huile de marsouin.	{ <i>Delphinus pho-</i> <i>cæna.</i>	.....	jaune pâle.	<i>Id.</i>	20,0	0,821	0,957 à 16°	
Blanc de baleine.	{ <i>Physeter ma-</i> <i>crocephalus.</i>	+ 43°	blanche et cas- sante.	nulle.	7,0	0,821	0,943 à 15°	à préparer. certains em- pât. à faire de la boug.

N. B. On ne doit voir dans tous ces nombres, empruntés à divers auteurs, que de simples approximations, variables à chaque expérience, et qui ont d'autre mérite que de s'écarter le moins possible de la vérité.

*Applications industrielles.*

**PRÉPARATION DES CORPS GRAS.** — On extrait les huiles végétales par expression, à la presse hydraulique, et quelques-unes moins à la température plus élevée, les graisses par la fusion dans l'eau, et les graisses par la fusion et la filtration du lixivre.

**PRÉPARATION DE L'HUILE D'OLIVE.** — On exprime la drupe verte du péricarpe de ce fruit, et la première pression donne l'huile, et la seconde époque de la pression écrase le noyau, donne une huile inférieure, et que la plus mauvaise vient en faisant bouillir le marc dans l'eau, au moyen duquel toute l'huile vient se réunir à la surface. On sépare ces trois intermédiaires à mesure qu'elles se nuancent à l'infini, quoique peu utiles au commerce; mais ces résidus viennent à l'appui de ce que l'on dit, au sujet des qualités distinctes des huiles (3832). On ne peut obtenir l'huile que des fruits parvenus à leur maturité, ce qu'on reconnaît à la couleur du péricarpe et à sa consistance; en les abandonnant quelque temps à l'air, on gagne en quantité, mais on perd en qualité.

**PROPRIÉTÉS.** — Les huiles d'olive, qui forment l'un des hors-d'œuvre de nos tables, ne pendent pas la saveur qui les fait rechercher; c'est plus comique que de voir le fruit des habitants du Nord, qui ne les a jamais vus, à la première fois en été dans les marchés de la France, à l'aspect de ces olives couvertes de leurs olives, souvenir seul affranchit l'appétit, et la moins rapace; dans ce pays la précaution de prévoir le cas de ce délit n'est pas porte suffisamment sa peine, et dans la perplexité du

choix des olives vertes de leur exécution on les fait passer par une lessive de soude, et prend de la manière suivante : on forme une série alternative de bouteilles d'olives et de cendres de soude, on a soin de placer verticalement une tige creuse d'*arundo donax* dans la terre ouvert par les deux bouts; dans des bien tassées, on verse

doucement, par le tube vertical, de l'eau ordinaire, qui se répand doucement entre les molécules de la masse entière, sans déranger en rien l'ordre de superposition; l'action de l'alcali se répartit ainsi également sur chaque olive; et au bout de quelques jours on est sûr, en goûtant un seul de ces fruits, que tous les autres sont arrivés au même degré de maturation artificielle; on les lave alors à grande eau, et on les expédie soit dans de l'eau saumurée, soit dans de l'huile.

On sert aussi sur les meilleures tables en hiver, les olives noires, c'est-à-dire les olives arrivées sur l'arbre à leur complète maturité. Celles-ci n'ont besoin de passer par aucune préparation artificielle; on les conserve dans l'huile, pour les préserver de la fermentation intestinale; et l'arrière-petit goût d'amertume qu'elles conservent les fait préférer aux olives vertes, par les buveurs et les habitants de la campagne (3862).

**3834. PURIFICATION DES HUILES.** — Pour prévenir ou séparer le sédiment que déposent les diverses huiles, dont on fait usage en économie domestique ou industrielle, on se sert de divers procédés.

**3835.** On purifie les huiles qu'on destine à l'éclairage, par 1 à 2 p. sur 100 d'acide sulfurique, qui en précipite une matière colorante verte.

**3836.** Les horlogers purifient l'huile d'olive, pour graisser les rouages délicats des montres, en y introduisant une lame de plomb dans une bouteille bouchée, qu'ils tiennent exposée au soleil. Peu à peu l'huile se couvre d'une masse caséiforme, qui se dépose ensuite au fond du vase, et abandonne l'huile limpide. La théorie de ce phénomène rentre peut-être dans l'ordre de celui qu'on a désigné par l'arbre de Diane. Les horlogers possèdent d'autres secrets pour diminuer l'épaisseur des huiles, et quelques-uns d'entre eux ont fait fortune, en vendant à leurs confrères l'huile purifiée sous le nom d'*huile antique*. Peut-être la traitent-ils par la chaux et par une douce distillation (3750), ou par de fréquentes dissolutions dans l'alcool ou dans l'éther.

**3837. SOPHISTICATION DES HUILES COMESTIBLES.** — On falsifie l'huile d'olive pour table avec de l'huile d'aillette, et l'huile destinée aux arts, par l'huile de navette. Rousseau a proposé un moyen de reconnaître la sophistication, fondé sur ce que l'huile d'olive conduit l'électricité (675) moins

bien que toute autre huile végétale. Il se sert, à cet effet, d'une pile galvanique dont un des pôles est mis en contact avec la terre et l'autre susceptible d'être mis en communication, à l'aide d'un conducteur métallique, avec une aiguille faiblement aimantée et très-mobile. On reconnaît la pureté ou l'impureté de l'huile d'olive, selon qu'une goutte placée sur le conducteur métallique s'oppose plus ou moins à la déviation de l'aiguille aimantée. Deux gouttes d'huile d'aillette quadruplent la conductibilité de 3 gros d'huile d'olive. On sait que l'eau ne devient conducteur d'électricité qu'au moyen des sels qu'elle tient en dissolution. En serait-il de même des huiles? Leur plus ou moins de conductibilité tiendrait-elle à la nature et à la quantité des sels qu'elles renferment?

3838. ÉCLAIRAGE. — L'huile liquide à la température ordinaire alimente les lampes. Les graisses de mouton, bœuf, etc., (suif 3722) sont mouées dans des cylindres traversés longitudinalement par une mèche en coton, et prennent ainsi le nom de chandelles. On avait beaucoup trop compté sur les applications que l'industrie serait dans le cas de faire des derniers travaux sur les graisses (3753). Les auteurs s'étaient empressés de se munir de brevets d'invention, et de créer des compagnies d'actionnaires. Mais les résultats ont trahi d'aussi belles espérances; les produits altérés des manipulations du laboratoire trahaient le regard, mais ne donnaient point de flamme; l'industrie a plus servi l'art de l'éclairage que la science. Au moyen de certains mélanges, soit d'alun, soit de blanc de baleine, soit par la purification à l'acide sulfurique, on a obtenu des bougies qui brûlent aussi bien que le suif, et sont plus consistantes.

3839. L'huile de colza est celle qui, sans aucune purification préalable, donne le moins de fumée. L'huile de noix est celle qui en donne le plus.

Il n'est pas de substance oléagineuse qui ne puisse servir à l'éclairage, après avoir subi quelques préparations. Le galipot lui-même vient d'être utilisé, dans le Midi, pour la fabrication des chandelles, que l'on peut ainsi livrer à très-bas prix. On le solidifie soit au moyen de l'alun, soit en le dépouillant par la distillation de son huile essentielle fluide. Pour éviter que ces sortes de chandelles ne coulent, on pourrait les laisser exposées assez longtemps à l'air; on éviterait ainsi les frais qu'occasionne le premier procédé.

3840. Nous ne savons pas si on a essayé de fabriquer les bougies avec les huiles siccatives d'inférieure qualité; il nous semble qu'on par-

viendrait de la sorte, par une expérience prolongée à l'air extérieur, à fabriquer des bougies autant de solidité que de diaphanéité. Qui sait même si on ne pourrait pas, de la sorte, à fabriquer des bougies avec de l'huile seule, qu'on abandonnerait au moule, à l'action de l'oxygène ou du suif avec de l'amidon, de la potasse ou même du sucre?

3841. Ne pourrait-on pas y joindre une grande solidité aux chandelles en les imprégnant de suif avec de l'amidon, de la potasse ou même du sucre?

3842. Les huiles et les graisses brûlent d'autant plus de fumée que la combustion est incomplète, et que la substance brûlée contient moins d'oxygène, en se dégageant un double courant d'air ont obvié à ce défaut. On conserve encore les chandelles dans des lampes de ce genre, en effet, l'air qui monte et au dedans de la mèche d'une lampe à combustion s'opère sur les bougies. On sait tout ce qui est fuligineux se change en gaz. Il ne faudrait pas croire que les mèches des chandelles brûlent quoique pourtant rien ne soit d'obtenir cette application, si ce n'est pas les frais de main-d'œuvre. On a l'effet, de tenir un gros fil de fer dans la mèche, de manière à ce que la mèche se trouve perforée de part en part. On semble que, sans recourir à cet effet, il est possible d'obtenir des chandelles imprégnant les mèches d'une substance de chlorate de potasse, d'oxyde de platine, d'oxyde de manganèse, qui, à la combustion, dégageraient assez de chaleur pour brûler le carbone et l'hydrogène transformant celle-ci en acide carbonique.

3843. PEINTURE ET IMPRESSION. — L'huile de noix étant plus siccative que l'huile de lin, elle est plus propre pour les peintures fines. Elle est d'un usage plus commun; on s'en sert pour vernir et les couleurs à l'huile et l'imprimerie. On obtient le vernis en la laissant bouillir, trois à six heures, de l'huile dans un pot verni (\*); on y ajoute

d'huile,  $\frac{1}{2}$  à une once de térébenthine et  $\frac{1}{4}$  d'once de sulfate de zinc.

3844. On fait des impressions, on fait

(\*) Sans le vernis de la poterie, l'huile ne peut pas être utilisée.

la vapeur devienne épaisse et même temps, on y plonge un chapelet de pain desséché (\*), afin, dit-on, que l'on prépare ne jaunisse pas le moment d'une ébullition suffisante, on retire le pain, on la découvre, on l'enflamme, on le recouvre avec un peu allumé dans la vapeur de l'huile, et on le laisse brûler pendant huit minutes, sans cesse; on éteint la flamme dans un pot, que l'on refroidit rapidement dans la terre; on y ajoute ensuite du carbonate bien calciné. Ce procédé grossier est l'enfance de l'art; le résultat est évidemment de faire subir à l'huile une décoloration profonde, que la chimie a cherché à étudier.

Le lin conservé dans une bouteille pleine, épaisse, se dessèche et devient beaucoup plus soluble dans l'huile que l'huile fraîche, et rend alors les savons cassants.

Les blancs de plomb et les couleurs se servent, sans la faire bouillir, de l'huile mêlée avec de la litharge.

La pression des gravures en taille douce a pour objet de déteindre et de maculer les savons qu'on prévient ce défaut, pour pétrir le noir, immédiatement après l'opération, l'huile siccatrice.

1. — Nous avons distingué les savons solubles et savons insolubles. On propose par double décomposition. C'est là propre au savonnage les eaux sélénieuses, les eaux de puits creusés dans les rochers ou dans les terrains secondaires; car il se produit alors du sulfate de soude et un savon insoluble à qui se précipite en flocons blancs. De ces eaux, on les fait préalablement usqu'à ce que tout le sulfate et les eaux qu'elles tenaient en solution, de carbonique, ait été précipité par l'ébullition de ce gaz.

On classe les savons solubles en trois espèces : les savons durs ou savons blancs, les savons mous, et les savons mous noirs.

Le savon dur se prépare dans le midi de France de l'huile d'olive de qualité inférieure; dans le nord de l'Europe, où l'olive n'aurait, on la remplace par la

huile de lin desséchée ne servirait-il pas d'absorber les gaz acides et l'eau qui se forment

graisse animale. On saponifie le corps gras par l'ébullition, au moyen d'une lessive de soude rendue caustique par la chaux, mais d'abord faible et ensuite plus concentrée. Le savon vient se réunir à la surface du liquide; on fait tomber le feu, on soutire la partie liquide par un tuyau nommé l'épine, qui se trouve placé au bas de la chaudière de manière à mettre le savon presque à sec. On verse successivement de nouvelles lessives concentrées, on rallume le feu, et on arrête la cuisson, quand la lessive est parvenue à 1,150, ou à 1,200 de pesanteur spécifique; on remet le savon à sec; dans cet état il est bleu foncé tirant sur le noir, à cause de l'oxyde de fer sulfuré qui se mêle au savon, ou plutôt qui sert de base à une partie de l'huile.

3850. Pour convertir ce savon en *savon blanc*, que l'on désigne dans le commerce par *savon en table*, on le fait délayer dans des lessives faibles; le savon noirâtre n'étant pas soluble dans le savon à cette température, se dépose au fond de la chaudière. On puise alors la pâte du savon qui est devenue absolument blanche, et on la coule dans des *mises* (moules), où elle se prend en masse par le refroidissement.

3851. C'est le savon qu'on emploie de préférence pour les blanchissages les plus fins.

3852. Pour transformer le savon bleu noir, non en savon blanc, mais en *savon marbré*, on ajoute, à la masse bouillante, assez d'eau, pour que le savon ferrugineux se sépare de la pâte blanche et se réunisse en veines plus ou moins grandes; on le coule ensuite dans les mises, en le refroidissant rapidement. C'est un effet tout mécanique, une espèce de refoulement.

3853. Les *savons mous* se préparent avec de la potasse et l'huile de chènevis ou le suif. La préparation de ces savons diffère de celle des savons durs, en ce qu'au lieu de séparer le savon de la lessive, on continue au contraire le feu pour donner au savon la consistance convenable, et on le coule dans des tonneaux, pour être ainsi livré au commerce; quoique la couleur verte ne soit qu'un accessoire, cependant, pour se conformer à la fausse opinion que les consommateurs se sont faite de cette coloration, les fabricants colorent quelquefois leurs *savons mous* avec de l'indigo.

3854. Les *savons mous pour la toilette* se font avec les huiles d'amande douce, de noisette, de palmier, avec le saindoux, le suif, le beurre; mais ils doivent être, autant que possible, dé-

pendant cette combustion, et qui resteraient, sans ce moyen, mêlés en plus ou moins grande quantité à l'huile ?



## DEUXIÈME PARTIE.

ne doit pas être caus-

le contraire abonde en

des déchets des matières

aux blanchissages les

de potasse peut être

en savon dur ou à base de

à double décomposition,

de sodium. On obtient

en savon à base de soude, et de

de potasse.

Les savons présentent à l'analyse

les résultats suivants :

		Zinc.	Soude.	Potasse.	
Thénard.	32,2	44,2	46		Thénard.
Id.	32,2	32,2	6,0		Id.
Id.		36,5		9,5	Id.
Pelletier.	42,14	30,50	8,56		Pelletier.

Thénard (1819)  
Brissonot.

### RECHERCHES DE LA SAPONIFICATION. — SAPONIFICATION.

Depuis les recherches de Chevreul sur les savons gras, les chimistes ont cru avoir expliqué cette réaction, en disant que la cause de l'un et de l'autre dépendait, d'une part de la base, et d'autre part des quantités relatives de margarine, d'oléine et de stéarate produits (5787) ; car, en remarquant, on remarque que la potasse forme, avec les trois acides stéarique, oléique et margarinique, des composés qui prennent l'aspect du mûlge ou d'une graine épaisse. Cela revient à peu près à dire que ce phénomène dépend et de la nature de la cause, et de la nature de son effet. Si la potasse, par la déliquescence qu'elle communique à la plupart de ses composés, produit des composés moins même avec ceux de ces trois acides qui sont les moins solubles, la nature de ces composés dépend donc uniquement de la potasse elle-même, ou de la soude elle-même, ou de la nature de ces composés. Si la nature de ces composés influant sur la mollesse ou la dureté des savons, il s'ensuivrait que les savons gras, même avec la potasse, des savons plus durs que les huiles (5722).

Si la théorie à mes yeux la plus naturelle, et qui dans cette opération, il se forme des composés à base de potasse ou de soude (acétates, etc.), avec lesquels la substance grasse se combine, pour s'organiser en rudiments de tissus, à peu près comme nous avons dit pour les gommes

s'organisent en se combinant. Or ces rudiments de la nature de leurs bases (et classe).

3800. On connaît depuis longtemps le suc moussé dans l'eau est employée, dans les pays de vignage du linge : c'est la saponaria d'Égypte, la *Saponaria officinalis canadensis*, le *Polygala struthii*, les *Saururus* et *rigidus*, l'*Asclepias*, les marrons d'Inde ont les des qualités analogues. On s'occupe de se faire une idée de quelle ces plantes sont redoublées ; il l'appela *saponina*, ont repris ce sujet ensuite. Enfin, il suffit de réduire la saponine à la faire bouillir dans l'alcool, de filtrer ; la saponine refroidissement sous forme on l'exprime et on la sèche elle est considérée comme est blanche, incristallisable, friable. Soumise à la distillation, elle se décompose en pyréumate acide. Chauffée, l'air, elle brûle avec flamme, flant comme en vase clos. toutes proportions dans l'eau, pour rendre l'eau mousseuse, cool la dissout d'autant moins faible. L'éther est sans action, l'acétate de plomb la précipite, l'acide, ni l'acétate de plomb occasionne un précipité blanc, l'acide est assez concentrée. L'acide que la dissout d'abord et y occa- sionne un précipité acide, que les auteurs de l'acide esculique. L'acide a même effet, mais bientôt la liqueur, il se rassemble, l'acide, une matière jaunâtre d'acide mucique (5105) et d'acide ayant soumis la saponine à l'analyse, l'a trouvée composée de : 51, d'hydrogène, 41,6 d'oxygène (théorie atomistique (801) à 100, 65,1 H<sup>40</sup> O<sup>10</sup>). De toutes ces expériences concluent que la saponine est une substance po- Buisson la rapproche

qu'elle se dissout dans l'eau, et de l'acide mucique par l'acide

le caractère de l'acide mucique ne de la chaux que renferme la 5); la solubilité dans l'alcool détruit la solubilité de cette substance dans l'analyse élémentaire présente un grand ogène; rien n'est donc plus éloigné des gommés que la saponine. Il faut le dire, l'analyse élémentaire de par Bussy que comme approximativement se fait que le carbone et y entrent en plus grande propor-

ès avoir démontré en deux mots ce la saponine, essayons de soupçonner ce qu'elle pourrait être. Les auteurs d'y voir un savon quelconque, se que les cendres ne donnent pas une proportion de bases alcalines, et sur combustion n'en dégage pas de l'ammoniaque pour ériger en savon une substance savonneuse une substance résineuse, il loin d'une si grande quantité de poudre. La chaux pourrait aussi donner peu soluble, mêlée avec la potasse en proportions. Mais quant à l'ammoniaque aut une quantité bien moins grande mousser dans l'eau une substance oléagineuse une petite quantité est capable d'être plus aux papiers réactifs exposés à l'aux chiffres de l'analyse élémentaire laquelle n'en fait pas même mention, occupe de la gomme arabique, qui renferme des quantités considérables. Ils ne sont pas les seules substances métamorphoser en savon les huiles fixes; les acides, en se mêlant à elles, ont le cas de faire mousser l'eau. Or sur les végétaux ci-dessus nommés huile essentielle, de l'albumine végétale dans ce mélange l'existence d'un ce moment, l'huile et l'albumine se même menstree, deviendront solubles dans l'eau et dans l'alcool, et une seule suffira pour faire mousser l'eau. Les sels à base de potasse et de chaux, l'acide nitrique pourra en faire le esculique, et puis définitivement acide (3105). Supposons un mélange de chaux et de carbonate, ou d'acide carbonique quantité égale à l'huile, 100 de l'une

et 100 de l'autre, l'analyse élémentaire nous donnera nécessairement en nombres ronds (257) :

	Carb.	Hydr.	Oxyg.
Huile. . . . .	75	14	11
Acide. . . . .	28	"	72
	—	—	—
	103	14	83
Mélange des deux. .	$\frac{103}{2} = 51,5$	$\frac{14}{2} = 7$	$\frac{83}{2} = 41,5$

nombres que Bussy a déduits de l'analyse élémentaire de la saponine.

3863. Suint de la laine. — Cette substance grasse qui sert d'enduit aux brins de laine brute, et qui en forme les 55 à 45 centièmes en poids, est un composé de savon à base de potasse, joint à du carbonate, de l'acétate et un peu d'hydrochlorate de potasse, à un sel à base de chaux et à une substance odorante. Ajoutez-y, ce que la chimie en grand ne pourrait constater, les débris des emboîtements externes du poil (1866). Dans le lavage de la laine, c'est-à-dire dans le dessuintage, ce savon se dissout et entraîne tous les autres sels avec lui. Il s'ensuit de là que les eaux de lavage sont excellentes pour un lavage subséquent, et que leur bonne qualité augmente à chaque nouvelle opération. On a calculé que le suint, provenant du lavage de toutes les laines récoltées en France, est capable de servir d'engrais à 150,000 hectares de terre.

3864. On conçoit facilement pourquoi toute opération de teinture sur laine doit être précédée par le dessuintage; sans cela le moindre lavage d'une étoffe en enlèverait la couleur.

3865. CRYPTOGANIE ET COMBUSTION DES GRAISSES. — La graisse fondue par la chaleur est attirée vers le bout de la mèche, par un simple phénomène de capillarité. Là, elle bout et se décompose en huile volatile, en gaz inflammables, qui, arrivés à une certaine hauteur, se brûlent et produisent la flamme; aussi dans le cône lumineux remarque-t-on trois emboîtements principaux et distincts les uns des autres : le plus interne, formé moitié par le bout de la mèche et moitié par le produit de l'évaporation, qui est noir ou plutôt bleu noirâtre; le plus externe qui est le plus considérable et qui est d'un blanc éblouissant, et l'intermédiaire qui tient du bleu et du rougeâtre et qui a le moins d'épaisseur. Mais si l'on n'a pas soin de couper de temps en temps la mèche, la partie brûlée devient de plus en plus longue, et l'on ne tarde pas à se voir former une,

deux et même trois fongosités noires (qui se développent avec une régularité de forme constante dans tous les cas. Les dissections de ces fongosités à la loupe m'ont présenté les analogies les plus frappantes avec la structure des fongosités parasites de la cryptogamie, avec les bolets subéreux et sessiles : même insertion par une de leurs faces latérales, sur un des fils de la moëlle, même convexité sur leur surface supérieure, même dépression sur leur surface inférieure, même bourrelet sur les bords demi-circulaires, même direction dans leurs fibres internes, même consistance et même cassure. Certainement il y a là plus qu'un jeu de la nature, plus qu'une simple analogie de formes; il y a une analogie de lois, une analogie de végétation.

## DEUXIÈME GENRE.

### CIRE.

3866. La cire est une substance grasse, blanche à l'état de pureté, diaphane à une certaine épaisseur et sur les bords d'un cylindre, sans saveur, mais ayant souvent une légère odeur qui lui est étrangère, d'une pesanteur spécifique de 0,960 à 0,966, entrant en fusion à 68°, devenant molle et flexible à 50° et cassante à 0°; elle est insoluble dans l'alcool et dans l'éther froid, soluble en partie dans l'alcool chaud et dans 10 parties d'alcool bouillant, assez soluble dans les essences et les huiles grasses; saponifiable, mais en un savon très-dur et fort peu soluble dans l'eau; les acides en séparent la cire presque aussi pure qu'avant la saponification. L'ammoniaque liquide la dissout d'abord et la dépose, en s'étendant d'eau (84). L'acide nitrique convertit la cire en acide oxalique, mais difficilement. L'acide sulfurique concentré la dissout par la chaleur, et par le refroidissement la cire se solidifie.

#### § 1. *Cérine, myricine* (John); *céraise* (F. Boudet et Boissenot).

3867. De même que les graisses et les huiles, la cire s'est trouvée composée de deux substances qui ne diffèrent entre elles que par le degré de leur fusibilité et de leur solubilité dans l'alcool.

3868. On sépare la cérine de la myricine par les mêmes procédés que la stéarine de l'oléine des graisses (3754). La myricine représente la stéarine, la cérine représente l'oléine.

3869. La cérine se comporte à peu près comme

la cire; sa pesanteur spécifique est d'après John, elle fond à 42°.5; d'après Boissenot, à 63°, résultat qui n'est pas très-voisin de l'autre. Elle se dissout en parties d'alcool bouillant, dans 24 parties d'alcool froid, dans une moins grande quantité d'alcool chaud; elle se précipite en partie par l'acide margarique, de l'huile d'olive, mais non de l'acide sébacique (85). Par la saponification, on obtient du savon de potasse et une substance semblable à la stéarine. Boudet et Boissenot ont nommé cette substance *myricine*, qu'ils ont trouvée presque sans altération, insoluble dans l'eau froide et très-peu soluble dans l'éther qui, par le refroidissement, se dépose. Elle n'est pas susceptible de se saponifier.

3870. La *myricine* n'est soluble que dans 10 parties d'alcool bouillant à 0,835, et dans 99 parties d'alcool anhydre; soluble dans 99 parties d'alcool froid, elle devient moins dure que la cire à la fusion; d'une pesanteur spécifique de 0,835; entrant en fusion entre 42° et 43°. d'après John, et seulement à 65° d'après Boissenot. A la distillation sèche, elle se volatilise presque sans résidu. Elle ne se saponifie pas avec la potasse.

3871. On voit, et par la comparaison des résultats, et par les caractères distinctifs des trois substances, qu'on peut leur appliquer toutes les réflexions que nous avons faites, à l'égard de leurs analogies avec les graisses (3763).

#### § II. *Diverses espèces de cire.*

3872. *CIRE D'ABEILLES.* — C'est une substance avec laquelle les abeilles construisent leurs cellules destinées à conserver leur miel ou leur couvain. Les premiers observateurs ont cru que cette cire était pétrie avec le pollen; mais les insectes ont soin de garnir la brosse avec du pollen sec; et c'est un grand erreur, car la cire brute même au microscope qui rappelle les formes polliniques (1400); l'analyse n'y démontre ni de la rosine, ni du gluten, qui abondent pourtant chez le pollen.

3873. Huber et quelques observateurs ont cru que les traces de pollen, qu'on trouve dans la cire, sont le résultat de l'observation de la poudre pollinique que rapportent les abeilles.

le qu'à former la pâte dont se nour-  
rives du *couvain*, car ayant nourri  
clusivement avec du sucre, et sans  
e de sortir de la ruche, celles-ci n'en  
i continué à construire leurs alvéoles.  
e expérience, il résulterait que la  
el sont le produit de deux élaborations  
tes du sucre. Cependant il me semble  
expérience mérite d'être soumise une  
à une observation exacte; car il se  
r que les abeilles fissent subir au  
leurs organes digestifs, non une  
on, mais une simple extraction de la  
couverne contenue, et qu'elles conser-  
substance, dans des glandes ou leurs  
s ou moins longtemps après l'avoir  
les besoins de leur admirable archi-  
pu'enfin ce soit avec ces matériaux  
elles aient continué à construire leurs  
dant le peu de temps que les obser-  
nt tenues emprisonnées.

qu'il en soit, on sépare le miel de  
rons, au moyen du pressoir; le miel  
ire reste en gâteaux que l'on jette  
l'eau bouillante; on écume, pour  
impuretés, et on recueille la cire, qui  
issement vient se figer à la surface.

Dans cet état, la cire possède une odeur et une  
couleur qu'elle doit au miel qui s'y trouve encore.  
On la blanchit, en l'exposant, en lanières min-  
ces (\*) et sur des toiles, à l'action de la rosée et du  
soleil. On peut la blanchir en outre par le chlore,  
ainsi que les autres espèces de cire végétale;  
mais on a observé que le chlore nuit à la qualité  
des bougies.

3875. La cire des abeilles est la seule dont nous  
possédions l'analyse élémentaire; la voici :

Carb. Hydr. Oxyg.

D'après Gay-Lussac et

Thénard. . .	81,784	12,672	5,544
Saussure. . .	81,587	13,839	4,554
Oppermann..	81,291	14,073	4,636

Il résulte de ces trois analyses que c'est la sub-  
stance grasse qui possède, à l'exception de la  
cholestérine, le moins d'oxygène de toutes; aussi  
sa solubilité dans l'alcool est-elle très-faible et sa  
solidité très-grande (3725).

3876. C'est encore par l'ébullition dans l'eau,  
qu'on extrait la cire des végétaux dont nous  
donnons, dans le tableau suivant, la nomencla-  
ture et les caractères distinctifs.

RES.	COULEUR à l'état brut.	SE RAMOLLIT A	FOND A	PESANTEUR spécifique.	L'ALCOOL bouillant en dissout	L'ÉTHÉR bouillant en dissout	RENTERME	
							cérine.	myricine
<i>cerifera</i> .	Jaune (**).	30°	68°	0,966	1/20	1/80	90	8
	Verdâtre.	. . .	43°	1,015	1/20	1/4	87	13
<i>mandicola</i> .	Vert sale, jaune clair.	. . .	. . .	. . .	1/6			
<i>carnauba</i> .	. . . . .	. . .	37°	. . .	1/96			
<i>rute</i> .	Peu colorée.	. . .	80°	. . .	1/200			
<i>arbre à vache</i> .	Jaune.	40°	60°					

§ III. Applications.

re des abeilles est la meilleure pour  
des bougies; les autres espèces sont

la cire en lanières, en la faisant passer entre  
légées dans l'eau, comme au lami noir.

trop cassantes et brûlent moins; pour corriger  
ce double défaut, on y ajoute du suif. Il est inu-  
tile de faire observer que les bougies l'emportent  
sur les chandelles, sous le rapport de la propreté,

(\*\*) Les abeilles des Antilles en produisent une noire que le  
chlore même ne peut blanchir.

qui tient à leur consistance, et sous celui de l'odeur agréable qu'elles répandent en brûlant.

3878. On emploie la cire pour faire des emplâtres, des onguents et des sondes.

### TROISIÈME GENRE.

#### SUBSTANCE VERTE DES VÉGÉTAUX; CIRE VERTE (CHLOROPHYLLE) (1098).

3879. Cette substance, qui joue un si grand rôle dans l'organisation des végétaux, a été classée tantôt dans les résines, et tantôt dans les corps gras, à cause de sa solubilité dans les mêmes menstrues : alcool, éther, huiles grasses et volatiles. Sa saponification par la potasse caustique ne permet plus de la classer ailleurs que dans les graisses végétales; c'est une véritable cire. L'exposition au soleil la blanchit, ainsi que le chlore et les alcalis. L'acide sulfurique la dissout d'abord et se colorant en vert; mais, ainsi que tous les autres acides, il finit par détruire cette couleur. Au reste, ses réactions colorantes par les acides et les alcalis varient avec l'espèce de plante d'où on l'a extraite, et avec l'époque de l'extraction. Car spontanément, et par les progrès de la végétation, on voit cette substance verte passer par toutes les nuances du prisme, pour s'arrêter le plus généralement au jaune. J'ai eu souvent l'occasion d'observer des feuilles lisses d'aloès, sur lesquelles on remarquait des anneaux colorés, emboltés les uns dans les autres, disposés dans l'ordre des couleurs de l'arc-en-ciel, les moins réfringibles en dehors, et dont l'effet rappelait exactement les anneaux que Nobili produisait sur des plaques métalliques, en soumettant aux pôles de la pile divers aux végétaux. Ce n'était point là une décomposition de la lumière par une lame de mince épaisseur; car ces phénomènes de coloration traversaient de part en part toutes les couches de la feuille.

3880. Pour extraire la cire verte, il suffit d'exprimer le tissu vert d'une plante, et de traiter la fécule verte, qui s'est déposée, par l'alcool que l'on fait ensuite évaporer.

3881. La matière colorante, par toutes les réactions ci-dessus, est évidemment distincte de la

substance grasse elle-même. La plupart agissent en effet sur l'une, sans aucune manière les propriétés de l'autre.

3882. Les matières colorantes qui habituellement extractives, ne sont souvent que des mélanges plus ou moins de diverses dégradations de la matière colorante verte, avec toute autre substance albumineuse.

#### § 1. Analogie de la matière colorante végétale.

3883. J'ai toujours été frappé de l'analogie qui existe entre les phénomènes de coloration présente le *caméléon minéral* et celle de la matière colorante des végétaux.

3884. Depuis Scheele, on sait qu'une solution d'oxyde noir de manganèse communique à l'eau une couleur verte, qui à peu passe par toutes les nuances du prisme pour devenir de nouveau incolore, déposer l'oxyde de manganèse noir, et se colorer en vert; que les acides font passer la couleur verte à celle qui est rouge, et que l'acide sulfurique détruit la couleur de toutes. La dissolution est assez fixe pour cristalliser en aiguilles qui se déposent. Chevallot et Edwardson ont remarqué que ces variations de nuances sont dues à des portions de l'oxygène absorbé et de la manganèse qui entre dans la composition du caméléon. On soupçonne qu'il se forme un manganésiate de potasse.

3885. Or, la présence du manganèse est montrée dans presque tous les tissus végétaux; on le trouve abondamment dans les os, la pomme; la potasse s'y rencontre en grande abondance peut-être. D'autre part, il est prouvé par l'expérience que, partout où il y a de la substance verte ou colorée autre que celle qui absorbe l'oxygène. Serait-il trop à signaler cette analogie comme pouvant servir un jour à un résultat plus précis? Le caméléon se rencontre en plus grande portion que le manganèse dans les tissus, ne pourrait-il pas jouer un rôle analogue dans la matière colorante du sang, où il est peut-être combiné avec un alcali plutôt qu'avec un acide (3524).



DEUXIÈME DIVISION.

PLUS SPÉCIALES AUX VÉGÉTAUX.

PREMIER GENRE.

SENTIELLES OU VOLATILES.

On les nomme *volatiles*, parce que, à la température ordinaire, elles se volatilisent, tandis que les huiles grasses sont fixes à la température ordinaire, et qu'à une température élevée elles ne passent dans le récipient posant. On les nomme essentielles, parce qu'on donne à celles qui répandent une odeur agréable, parce que les chimistes considéraient comme formant la partie essentielle (essentia) du végétal, et que, dans l'antiquité, on n'était, à leurs yeux, qu'un *herbivore*.

Les huiles essentielles varient entre elles par leur odeur, de pesanteur spécifique et de densité; elles ont une saveur âcre et irritante; elles rougissent le tournesol; leur point d'ébullition est à 160 et plus; distillées, soit sur du sable ou de l'argile, elles se séparent, presque toujours en gaz qui laissent dans la cornue un charbon brillant; mêlées avec l'eau, elles se dispersent et sans s'altérer. Elles brûlent avec une flamme très-brillante, mais en répandant beaucoup de fumée; sans être sensibles dans l'eau, qu'elles rendent trouble (27), elles lui communiquent leur odeur d'une manière prononcée. Elles se dissolvent dans l'alcool concentré, même dans l'alcool aqueux; elles sont entraînées par l'eau qu'on ajoute. De même que les huiles grasses (3727), les huiles essentielles s'épaississent à l'air, deviennent opaques en absorbant de l'oxygène, et forment du gaz acide carbonique (\*); il reste une résine qui reste dissoute dans l'huile encore intègre. La présence de beaucoup sur la marche de cette réaction, le chlore et l'iode, le gaz oxyde

nitrique, se comportent avec elle comme le gaz oxygène; elles ont même une si grande affinité pour ce dernier à l'état liquide, qu'il se produit une espèce de détonation par le contact. Elles absorbent aussi, sans être sensiblement altérées, des quantités considérables de gaz acide sulfureux.

3888. Aussi, de même que les huiles grasses (3755), les huiles volatiles sont-elles des mélanges d'huiles plus ou moins fluides, et presque toujours d'une portion fluide et d'une portion concrète à la température ordinaire; elles ont ainsi leur *oléine* et leur *stéarine*, que Berzélius a proposé de nommer *oléoptène* et *stéréoptène*, deux mots qui, ainsi que les deux précédents, ne doivent être considérés que comme exprimant de simples approximations; on sépare ces deux portions par les mêmes procédés que l'oléine et la stéarine: par la congélation et par l'alcool (3754). De même que les huiles grasses, les huiles volatiles dissolvent, à l'aide de l'ébullition, le soufre, et le déposent, par le refroidissement, en cristaux rouges et prismatiques; le soufre les décompose par une ébullition plus prolongée; il en est de même du phosphore, qui les rend lumineuses dans l'obscurité.

3889. Les acides forts, tels que l'acide sulfurique et l'acide hydrochlorique concentrés, s'unissent à elles avec dégagement de chaleur, et les épaississent en un liquide brun et acide, soluble dans l'alcool et dans les alcalis, et qui se charbonne, par la chaleur, en dégageant du gaz acide sulfureux. L'acide nitrique (\*\*) concentré, mêlé avec l'huile volatile, subitement et dans un vase chauffé, la décompose quelquefois avec flamme. En ménageant, au contraire, la marche de l'opération, l'huile se transforme d'abord en résine, et par une ébullition plus prolongée avec de l'acide étendu, en acide oxalique. L'acide hydrocyanique s'unit à ces huiles qui l'enlèvent à l'eau, et le conservent sans altération; enfin ces huiles s'unissent à plusieurs acides végétaux, tels que les acides acétique, oxalique, succinique, les acides gras, etc.

3890. L'huile de girofle seule se combine avec les bases salifiables.

3891. Les huiles volatiles absorbent 6 à 8 fois leur volume de gaz ammoniacal, et l'huile de

On voit d'eau augmentent alors dans l'huile, de son hydrogène avec l'oxygène. La portion auparavant associée à l'hydrogène (3726), l'oxygène ou acide carbonique, qui se dé-

gage, à mesure que l'huile s'épaissit; et la solubilité de l'huile dans l'alcool augmente.

(\*\*) Les acides nitrique et sulfurique colorent l'essence concrète de girofle en rouge; et les sels de fer la bleussent.

lavande en absorbe 47 fois son volume; l'huile de térébenthine absorbe aussi jusqu'à 0,2 de son volume de gaz oxyde carbonique; 1,0 de gaz acide carbonique; 2 de gaz oléfiant; 2,7 de gaz oxyde nitreux, 5 fois son volume de gaz cyanogène. Elles ont peu d'action sur les sels; elles sont transformées en résines par ceux des oxydes métalliques qui abandonnent facilement l'oxygène, ainsi que par le nitrate de mercure, et les chlorures d'étain et d'antimoine. Le chlorure de mercure s'associe avec elles, les rend plus pesantes que l'eau, qui bientôt sépare ces deux substances, et rend à l'huile sa première fluidité.

3892. On forme un *savonule*, en triturant un mélange de soude caustique et de térébenthine, que l'on dissout peu à peu dans l'huile de térébenthine, et ensuite dans l'alcool; on élimine celui-ci par la distillation. Ce savonule, qu'on nomme *savon de Starkey* (1081), est un mélange de soude et de résine.

3893. Les alcaloïdes végétaux, cinchonine, quinine, morphine, narcotine, strychnine, brucine, vératrine et delphine, les résines, les huiles grasses, se dissolvent dans les huiles volatiles.

3894. Le sucre broyé avec elles perd la propriété de se mêler avec l'eau.

3895. Leur composition élémentaire a lieu à une singulière remarque, c'est qu'elles paraissent ne pas contenir un élément, et les autres en possèdent plus ou moins, autant que les huiles grasses. Sans exception, toutes contiennent de l'azote, quoique, d'après l'analyse, n'y signale pas la présence d'azote. Mais on a observé pour les huiles grasses ramènent fort souvent au bleu le tourne-sol par un acide; nous avons déjà donné de ces anomalies (840). Le tableau ci-dessous présente la composition élémentaire de quelques-unes d'entre elles d'après Saussure, Liebig et d'autres résultats obtenus par celui-ci, d'après d'autres auteurs. Nous ne nous dispensons pas de transcrire les analyses de la même substance faites par divers auteurs, on en trouve les résultats d'autant plus exacts que les auteurs vivent à de plus grande distance les uns des autres; à Paris, les analyses sont toujours concordantes entre eux.

	Carbone	Hydrog.	Oxyg.	Azote.	
Huile de térébenthine. . . .	87,650.	12,550.	. . . .	. . . .	Hout. Labillard.
Id. . . . .	87,788.	11,046.	. . . .	0,566.	Saussure.
Huile concrète de rose . . . .	86,743.	14,889.	. . . .	. . . .	Id.
Huile de citron . . . . .	86,899.	12,326.	. . . .	0,775.	Id.
— de lavande. . . . .	75,50.	11,07.	13,07.	0,36.	Id.
— d'anis . . . . .	76,487.	9,352.	15,821.	0,34.	Id.
Huile concrète du même. . . .	83,47.	7,53.	8,54.	0,46.	Id.
Huile de rose. . . . .	82,05.	13,12.	3,93.	0,88.	Id.
Id. . . . .	60,68.	16,06.	14,28.	. . . .	Göbel.
Huile de romarin . . . . .	82,21.	9,42.	7,73.	0,84.	Saussure.
Essence de fenouil. . . . .	75,4.	10,0.	14,6.	. . . .	Göbel.
Essence de persil concrète. . .	65,5.	6,4.	21,1.	. . . .	Blanchet et Sell.
Essence de girofle. . . . .	70,04.	7,88.	22,08.	. . . .	Dumas
Essence de cannelle . . . . .	78,1.	10,0.	11,0.	. . . .	Göbel.
Essence d'amandes amères . .	79,5.	5,7.	14,7.	. . . .	Wöhler et Lieb.
Huile de menthe poivrée . . .	75,1.	13,4.	11,5.	. . . .	Göbel.
— laur. cinnamom . . . . .	78,1.	10,9.	11,0.	. . . .	Id.
— — cassia . . . . .	76,7.	9,7.	13,6.	. . . .	Id.
Camphre . . . . .	74,38.	10,67.	14,61.	0,34.	Saussure.
Id. . . . .	74,67.	11,24.	14,09.	. . . .	Göbel.
Id. . . . .	81,763.	9,702.	8,535.	. . . .	Liebig.
Créosote. . . . .	76,2.	7,8.	16,0.	. . . .	Etting.

*Observations théoriques.*

ence complète de l'oxygène dans les huiles volatiles et sa présence dans les huiles fixes, de ces anomalies qu'on pourrait expliquer en supposant que l'oxygène a disparu, en analysant les huiles dont l'analyse élémentaire ne le démontre pas. Comment concevoir, en effet, d'un ordre de substances dont les huiles concrètes de rose, possèdent, la même composition élémentaire du gaz, et dont les autres, qui possèdent les mêmes propriétés génériques, présentent une composition élémentaire des gaz différente (3723) ?

Qu'il en soit, les huiles essentielles de rose sont un carbure d'hydrogène; les autres sont des carbures hydratés par l'absorption successive de l'oxygène atmosphérique. Les autres différences qui existent entre elles proviennent des huiles fixes, de sucre, de graisse, variables d'après les espèces de plantes d'où on les extrait.

L'huile de térébenthine et de citron, en absorbe lentement l'oxygène à l'air libre; et dans ce cas, d'après Berzelius et Persoz, au bout d'un à deux

ans, elle donne une matière cristalline particulière analogue aux huiles concrètes, fusible à 150°, volatile sans décomposition entre 150 et 165°, soluble dans l'éther, l'alcool, les huiles grasses, dans 12 fois son poids d'eau bouillante, et seulement 200 fois son poids d'eau froide. Il est certain que toutes les huiles essentielles, placées dans les mêmes circonstances, donneraient des produits tôt ou tard identiques.

3899. Au reste, tout ce que nous avons dit à l'égard des huiles grasses, relativement aux caractères spécifiques trompeurs que peuvent leur imprimer les bases, les acides, les sels, les substances organiques enfin qu'elles sont en état de dissoudre (3748), et surtout relativement à leur métamorphose en substances organisatrices (3728), s'applique avec autant de justesse aux huiles volatiles. Il est même possible que, par la marche philosophique de la nouvelle chimie, on arrive un jour à prouver que les différences observées entre les huiles fixes et les huiles volatiles tiennent à la nature des sels, alcalis ou acides qui y sont respectivement en solution; ce qui ne doit pas nous dispenser de signaler les différences spécifiques des huiles volatiles les plus répandues dans le commerce, on les trouvera dans le tableau suivant :

[illegible]





## § II. Extraction des huiles volatiles.

3900. Les huiles volatiles abondent dans tous les organes tendres et colorés des plantes. Chez les plantes odoriférantes, telles que les labiées, elles se trouvent dans la tige et dans les feuilles; chez les ombellifères, dans les semences en général; chez d'autres dans les pétales; l'oranger en offre de trois espèces différentes (3899), dont l'une réside dans les feuilles, l'autre dans les fleurs, et la troisième dans le zeste de l'orange. Elles servent, dans ces organes, de véhicule à la substance odorante et de réceptif à la matière colorante, ainsi qu'aux principes actifs qui caractérisent l'espèce de végétal; trois sortes de corps qui, en échappant à l'analyse, semblent faire partie essentielle de l'huile volatile. Quant à celle-ci, je suis porté à croire qu'elle est aussi uniforme, chez les divers végétaux, que l'huile grasse; et que toutes ses différences réelles résident dans le plus ou moins de solubilité et le plus ou moins de fluidité de ses molécules.

3901. On extrait les huiles volatiles ou en grand pour les besoins du commerce, ou en petit pour les études du laboratoire.

3902. En petit, on les extrait par l'éther et par l'alcool, que l'on fait évaporer.

3903. En grand, on extrait les unes par expression et le plus grand nombre par la distillation.

3904. On extrait, par expression, du zeste qui la renferme, l'huile volatile de bergamote et celle du citron. Cette huile jaillit au dehors par la pression seule des doigts.

3905. Pour obtenir par distillation l'huile volatile d'une plante, on place celle-ci, ou l'organe spécial qui possède l'huile, dans la cucurbitule d'un alambic avec de l'eau et du sel marin; et de crainte que la plante, en s'attachant aux parois du vase, ne vienne à brûler, et à altérer, par les produits de la combustion, la pureté de l'essence, on a soin de l'éloigner des parois par un diaphragme à jour. L'eau est destinée à maintenir la température à un degré constant et à s'opposer à l'ébullition de l'huile, qui a lieu à 150°. Le sel marin est destiné à retarder l'ébullition de l'eau, qui, par ce mélange, n'a lieu qu'au dessus de 100°. L'eau et l'huile volatile se rendent à la fois dans un réceptif muni à sa base d'un goulot qui monte obliquement jusqu'à une certaine hauteur du vase; de cette manière, l'eau ne s'élève jamais au-dessus de la ligne qui passe par l'ouverture du goulot, et elle s'écoule à mesure que cette ligne est surmontée; l'huile volatile, au contraire, la

surmonte et ne peut plus s'évaporer. La quantité se dissout dans l'eau et l'arôme même le moyen dont on se sert pour les *eaux aromatisées*. Mais quand (telle que la rose) renferme peu d'huile, et qu'on ne veut point en perdre, on distille alors avec une eau qui, déjà, est incapable de se charger d'une nouvelle quantité d'huile essentielle.

3906. On retire l'essence de térébenthine en distillant avec de l'eau la térébenthine découlée des arbres résineux, et sur *pinus maritima*.

3907. L'essence de jasmin est tirée pour l'extraire et la recueillir avec un recours à un procédé tout particulier. On cure une boîte de fer-blanc d'une épaisseur convenable, et on y empile alternativement des morceaux de drap de laine blanc, d'huile d'olive, et des couches de fleurs de jasmin, jusqu'à ce que ces couches de fleurs et de draps aient rempli la presse alors au moyen du couvercle hermétiquement fermé. On retire au bout de vingt-quatre heures, on retire par des fleurs fraîches, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'huile fixe soit bien chargée d'essence. On met les morceaux de drap dans l'eau, on les exprime et on soumet à la distillation le mélange. L'alcool se rend dans le récipient du principe odorant, et c'est ce qu'on vend chez les parfumeurs sous le nom d'essence de jasmin. Les essences de rose, et de violette, se préparent de la même manière pour la toilette; mais on les retire par la distillation à l'eau.

3908. La *créosote*, substance tirée depuis quelques années, ainsi que les substances nouvellement signalées par les praticiens, est une huile découverte dans les produits de la distillation du goudron, du bois, pyroigneux brut. On distille le goudron jusqu'à ce qu'il ait au moins atteint la consistance de poix. La liqueur qui passe dans le récipient se partage en trois couches, dont l'une est placée entre les deux autres qui sont aqueuses; on prend la couche intermédiaire, on la sature avec du carbonate de potasse, on la repose, et on décante l'huile qui est au dessus; le nouveau soumise à la distillation donne des produits plus légers que

; puis une liqueur plus pesante que l'eau et que l'on agite à plusieurs reprises avec le phosphorique étendu ; on continue ainsi jusqu'à ce qu'elle communique à l'eau une saveur piquante. On la distille avec une nouvelle eau chargée d'acide phosphorique, en agitant de temps en temps. Le produit rectifié, est incolore ; il contient un peu de créosote, mais il renferme en même temps de la potasse, et on le mêle avec la potasse jusqu'à ce qu'il ait une densité de 1,12 qui dissout la première, mais n'attaque point la seconde. Après avoir séparé la potasse qui se rassemble à la surface, on fait une dissolution alcaline au contact de l'air pendant quelques temps pour qu'elle noircisse par l'oxydation d'une matière étrangère : lors de l'addition de l'acide sulfurique en quantité suffisante la créosote redevient libre, on la distille. On répète le traitement avec l'acide sulfurique, et jusqu'à ce qu'elle ne brunisse plus à l'air et prenne une saveur piquante. On la dissout alors dans la potasse concentrée et on la soumet à une nouvelle distillation. Enfin on la redistille pour la purifier, en rejetant les premières portions qui ferment beaucoup d'eau. Pour l'examiner, on dissout dans l'acide pyroligneux, on dissout dans l'acide sulfurique jusqu'à complète dissolution. L'huile qui se sépare et surnage est abandonnée quelques jours, pour qu'elle prenne une nouvelle quantité d'acide et de soude. On la sature à chaud par du carbonate de potasse ; on la distille avec de l'eau ; la liqueur obtenue est d'un jaune pâle : on la rectifie par l'acide phosphorique, comme on le fait pour le goudron.

Après tous ces traitements si compliqués, il est évident que s'il est une substance essentielle, c'est certainement la *créosote*, ainsi nommée parce qu'elle a un haut degré la propriété de se combiner à la viande, est une substance oléagineuse, d'une saveur caustique et brûlante. Après des distillations successives, on retire certainement de l'acide phosphorique, de la potasse, de l'acide sulfurique, etc.), pénétrante et désagréable qui rappelle la viande fumée. Elle entre en ébullition sans se décomposer, à 203°, sous la pression de 720. Elle dissout l'iode, le phosphore à chaud ; le potassium s'y dissolvant. Avec la potasse et la soude,

elle forme deux combinaisons, l'une anhydre, de consistance oléagineuse, et l'autre hydratée, qui se présente sous forme de petites paillettes cristallines, blanches nacrées. Toutes les deux sont décomposées par les acides les plus faibles, même par l'acide carbonique, qui s'empare de la base. L'ammoniaque s'y dissout instantanément à froid, et l'on ne parvient jamais à l'en isoler complètement. L'oxyde de cuivre s'y dissout aussi, et lui communique une couleur d'un brun chocolat. Les acides acétiques et autres acides organiques s'y dissolvent à froid ou à chaud.

3911. Les huiles essentielles, surtout les huiles vireuses, parmi lesquelles le camphre occupe le premier rang, sont éminemment antiseptiques, vermifuges, et doivent être prescrites contre toutes les maladies contagieuses, avec les modifications qui ont pour but de les mettre en contact immédiat avec le siège de la maladie (3061). Ce n'est pas par une autre propriété qu'elles nous paraissent antispasmodiques, stomachiques et calmantes. Les dames du Midi, les religieuses surtout, font une grande consommation d'eau de fleurs d'oranger sucrée, contre les maladies hystériques, qu'elles désignent sous le nom de *vapeurs*. Dans le Nord, l'eau de fleurs d'oranger est remplacée par l'eau de mélisse ou des carmes, en ce dernier cas.

§ III. *Examen des nouvelles théories auxquelles ont donné lieu certaines réactions des huiles essentielles.* (Camphène, Camphogène, Citrène, Pencyle, Dadyle, Citronyle, Citryle, Benzoyle.)

3912. Kind découvrit qu'en faisant passer du gaz acide hydrochlorique à travers 100 parties d'essence purifiée de térébenthine, et entourée d'un mélange de glace et de sel, l'huile absorbe près du tiers du poids de cet acide, et se prend en une masse cristalline et molle, dont on sépare, en la faisant égoutter pendant quelques jours, environ 20 parties d'un liquide incolore, acide, fumant, chargé de beaucoup de cristaux, et 110 parties d'une substance blanche, grenue, cristalline, volatile, dont l'odeur est camphrée ; c'est à cette substance qu'on a donné le nom de *camphre artificiel*. On le purifie en l'exposant à l'air sur du papier joseph, en le lavant à l'eau et à l'alcool, le faisant cristalliser dans ce dernier liquide, et le desséchant dans le vide ou par la fusion à une douce chaleur. Le camphre

artificiel est évidemment (3733) un mélange d'huile de térébenthine et d'acide hydrochlorique, quoiqu'il ne rougisso pas la teinture de tournesol; car par la distillation, l'acide hydrochlorique se dégage en partie et est mis en liberté. Il se dissout en totalité dans l'alcool, d'où l'eau le sépare sans altération. L'acide nitrique le décompose à chaud, avec dégagement de chlore. L'acide acétique ne l'attaque pas. Les alcalis n'en séparent l'acide qu'avec beaucoup de difficulté; car, pour attaquer l'acide dissous dans une huile, il faut plus de temps que pour attaquer un acide dissous dans l'eau. En mêlant le camphre artificiel avec trois fois son poids de chaux vive ou de baryte, et distillant le mélange au bain d'huile, le chauffant le plus rapidement que possible, et redissolvant le produit huileux plusieurs fois de suite sur de nouvelles quantités de bases, on obtient la substance oléagineuse que Dumas a proposé de nommer *camphogène* ou *camphène*, quand on la retire de l'essence de térébenthine, et *citrene* quand on la retire de l'essence de citron. Wöhler et Liebig ont, de leur côté, donné le nom de *benzoyls hydratés* à l'essence d'amandes amères, purifiée, liquide; celui de *benzoyne* à l'essence concrète; ceux de *hydrochlorure*, *bromure* de *benzoyls*, aux mélanges de chlore et de brome avec cette essence. Blanchet et Sell ayant vu le produit de la distillation se partager en deux couches oléagineuses, dont l'une est susceptible de bouillir à 145° et l'autre à 134°, ont proposé d'appeler la première *dadyls*, et la seconde *peucyils*, quand ils les ont extraites de l'essence de térébenthine, et les noms de *citronyils* et de *citryls* quand ils les ont extraites de l'essence de citron. A ce prix, chaque essence donnera lieu à une ou deux créations nominales terminées en *ène* ou *yle*, à mesure que les auteurs, partisans de vieilles méthodes de nomenclature, s'aviseront de traiter par la chaux vive chaque essence en particulier.

3915. Mais d'abord la terminaison en *ène* est ici un double emploi de la terminaison en *ome*, que les auteurs ont assignée au produit de la distillation des substances organiques volatiles par la chaux vive (3782); et, pour être conséquents avec eux-mêmes, ils auraient dû désigner leur substance prétendue nouvelle, par les mots de *camphone* et de *citronne*. Ensuite le camphogène ne diffère de l'essence de térébenthine rectifiée, que comme un produit pris dans le récipient diffère du même produit existant dans la cucurbitule, c'est une différence de déplacement; et c'est ce

que Dumas a eu plus tard l'occasion de proposer; en sorte que, pour ne pas être en retard sur cette innovation nominale, il a pu adopter l'essence de térébenthine pour le camphène pur. Mais l'essence, pouvant être considérée avec raison comme du carbure d'hydrogène pur, il s'ensuit que l'essence sera du carbure d'hydrogène, et que la nomenclature ne doit pas donner un nom pour désigner exactement. Quant au *citrene*, on convient de la composition que le *camphène*, et qui est dans sa capacité de saturation, de celle du camphène; l'essence étant deux fois plus d'acide hydrochlorique que l'essence de térébenthine. Le caractère de l'essence de citron est d'une substance nouvelle, et il est extraordinaire qu'une huile essentielle (3807) ait, pour les acides, une réaction double d'une essence animale. Les essences obtenues par Blanchet et Sell ont la même huile à deux états différenciés.

3914. Ainsi, inconséquence et fautes de nomenclature, fausses idées dans la terminaison, faut donner un nom nouveau à un produit obtenu par l'acide hydrochlorique et d'huile essentielle, assigner un à toute dissolution d'une substance quelconque dans la même huile, *camphre artificiel*, en effet, et chose qu'une dissolution de ce genre est absurde de comparer ces sortes de choses à la combinaison saine du même acide avec une base inorganique, et de dire *hydrochlorure de camphène*, *sulfate de camphène*, *camphène*, etc., comme on dit *hydrochlorure de potasse*, *sulfate de potasse*, etc. La ressemblance des noms impliquerait la chose. Le phénomène du camphre étant dans le cas de mettre la philosophie sur la voie de l'unité, n'est-ce pas une méthode académique qu'a corrigée par elle-même fort simple. L'acide que, nous l'avons déjà fait remarquer, a la propriété de modifier et de changer les propriétés odorantes des substances, si cet acide communique à l'huile de l'odeur du camphre, il doit paraître probable que le camphre est redevable à une quantité, si minime qu'elle soit, d'acide ou d'un hydrochlorate ammoniacal, plus que probable que les odeurs de

essences leur sont communiquées par ces étrangères à leur composition. de bonnes raisons d'affirmer qu'en les chacune en particulier, avec diverses e hydrochlorique ou hydrocyanique, t à les transformer, sous le rapport es unes dans les autres, de la manière use et la plus illimitée; et l'on serait alors à admettre ce principe incon- os yeux, qu'il n'existe qu'une seule elle en réalité, se modifiant à l'infini re la plus variable, par l'action des

shler et Liebig, en traitant l'huile d'amandes amères par la chaux vive, un produit distillé, qui n'est évidemment l'huile rectifiée. Ils ont donné à ce om de *benzoyle*, comme ils auraient *benzoone* (3913). D'après eux, ce aire aurait pour formule :  $C_{28}H_{10}O_2$ , lieu: 1° à de l'*hydrure de benzoyle*, il à un atome d'hydrogène, hydrure t autre que l'huile essentielle d'a- ères purifiée; 2° à un *chlorure de* uand on fait passer un courant de ers l'huile essentielle purifiée; 3° à du de l'*iodure de benzoyle*, en traitant la ce par le brome ou par l'iode; 4° à du *benzoyle*, quand on traite le *chlorure* par le *sulfure de plomb*; 5° à du *benzoyle*, en distillant le chlorure de le cyanure de mercure; combinai- les auteurs donnent la composition rec des lettres et des exposants algé- riables dans les livres, mais, n'en i chimie, infiniment variables dans la ces prétendues combinaisons salines de simples dissolutions d'un gaz dans , dont la capacité de saturation aug- mine selon qu'elle a plus ou moins xygène. Il est inutile de transcrire s, qui s'obtiennent d'un trait de ffacent du trait suivant.

tre le *benzoyle*, nous avons aussi , substance concrète, isomérique, auteurs précédents, avec l'essence amères pure, et qu'on obtient, en t cette essence quelques semaines sur ion de potasse caustique, à l'abri de e l'air. Elle est alors colorée en jaune, état, nous osons le déclarer, elle ne moins qu'isomérique avec l'essence des amères; mais aussi ce n'est pas

. — TOME II.

dans cet état que les chimistes l'ont analysée. Pour la dépouiller de sa coloration, ils l'ont dis- soute dans l'alcool bouillant, auquel on ajoute du charbon animal; ils l'ont fait cristalliser à plu- sieurs reprises, et lui ont restitué ainsi, à leur insu, toute la quantité du principe aqueux que la potasse caustique lui avait soustraite. Cette substance est cristalline, elle fond à 120°, elle est insoluble dans l'eau froide, légèrement soluble dans l'eau chaude, d'où elle se sépare par le refroidissement en aiguilles cristallines; elle se dissout dans l'alcool plus à chaud qu'à froid.

3917. L'*essence de cannelle*, d'après les mêmes principes, a eu sa *cinnamyle*, analogue au *peucyle*, au *benzoyle*, etc. Cette substance est due aux travaux de Péligot et Dumas, qui, fidèles à leur no- menclature, auraient dû l'appeler *cinnamène*, synonyme de *camphène* et de *citrène*. Les mêmes auteurs ont nommé *chlorocinnose* la prétendue combinaison de chlore avec l'huile essentielle de cannelle; et encore cette fois ils ont péché contre leur nomenclature; ils auraient dû nommer cette combinaison *chlorure de cinnamyle*; mais le mot n'aurait pas eu un air de nouveauté qui fait tout le prix de ces sortes de créations nominales. Sous la plume des mêmes auteurs, l'essence de girofle a obtenu les honneurs de deux créations nominales, l'*eugénine* et la *caryophylline*, deux nouvelles infidélités à la nomenclature, qui exige impérieusement que l'eugénine se nomme ou *eugénène* ou *eugényle*, et que la *caryophylline* se nomme *caryophyllène* ou *caryophyle*. La première se dépose d'elle-même de l'eau distillé de girofle, sous forme de lames cristallines, et possède, d'après Dumas, un atome de moins d'eau que l'essence elle-même; la seconde existe à l'état de petits cristaux dans certaines variétés de girofle, et particulièrement dans celui des Moluques.

3918. Le champ est ouvert et l'horizon est large; chaque huile essentielle est appelée à four- nir à la science deux ou trois, au moins, décou- vertes de ce genre; et tôt ou tard, vu le nombre des combinaisons atomistiques auxquelles chacun de ces produits se prêtera de la meilleure grâce du monde, il sera nécessaire d'opérer, dans la chimie organique, un démembrement consacré aux huiles essentielles exclusivement, et qui prendra le nom de *chimie oléopténique*.



## DEUXIÈME GENRE.

## RÉSINES.

3919. Les résines ne diffèrent essentiellement des huiles volatiles concrètes, dont elles ne sont qu'une modification, qu'en se décomposant; car autrement, par leur solubilité dans l'alcool et dans l'éther, les huiles grasses, l'huile de pétrole, la potasse et la soude, par leur insolubilité dans l'eau, et surtout par leur composition élémentaire, les résines sont des huiles essentielles.

3920. Les résines sont des substances solides, cassantes, inodores, insipides ou âcres, plus pesantes que l'eau, en général diaphanes et d'une couleur jaunâtre; elles sont, le plus grand nombre, électro-négatives par le frottement; quelques-unes, par exception et par suite de quelque mélange, sont indifférentes.

3921. Les acides hydrochlorique et acétique concentrés, mais surtout l'acide sulfurique, dissolvant les résines sans les décomposer; car l'eau les en précipite sur le-champ avec leurs premiers caractères. L'acide nitrique, au contraire, les attaque avec violence et avec dégagement de gaz nitreux; il se forme une substance visqueuse après l'évaporation, d'un jaune foncé, également soluble dans l'alcool et dans l'eau, et qui, chauffée avec une égale quantité d'acide nitrique, prend peu à peu tous les caractères du tannin.

3922. Les résines dissolvent et le soufre et le phosphore; quand la chaleur les a rendues liquides, elles s'unissent aux bases sans aucune espèce de saponification (1071), car on les sépare de ces bases aussi peu acides qu'auparavant. Unverdorben avait considéré quelques résines comme des acides, en se fondant sur leurs propriétés électro-négatives. Il avait désigné un *acide pinique*, un *acide siléique*, et un *acide colopholique*; il paraît avoir abandonné entièrement cette manière d'envisager le rôle que jouent ces substances dans leur combinaison avec les bases. Mais les chimistes ont repris cette opinion, et ils admettent des résines acides et des résines neutres; les résines acides, d'après eux, formeraient avec les bases des combinaisons salines soumises aux mêmes lois que les véritables sels.

3923. On obtient ces combinaisons en traitant.

par un acétate, une dissolution de résine. Les auteurs les désignent par des résinates.

3924. Les résines pouvant être considérées comme des transformations des huiles sous l'influence d'un gaz lentement agissant, il doit leur appliquer les principes, déjà fait l'application aux huiles essentielles, et établir d'avance que chaque espèce tient une série de dégradations tellement nombreuses qu'il est impossible de trouver entre elles des démarcations bien définies. Aussi les chimistes ont-ils observé depuis longtemps que les résines sont des mélanges de diverses résines, dont les unes sont solubles dans l'alcool froid, les autres dans l'alcool chaud, d'autres dans l'huile de pétrole, d'autres dans l'essence de térébenthine (\*); et c'est à la faveur de ces mélanges qu'Unverdorben est parvenu à isoler des espèces de résines de la même nature, et à désigner chacune d'elles par une lettre grecque; cette nomenclature est en parfaite harmonie avec la manière dont nous avons vu la formation successive de ces résines. Il est pourtant bon de faire observer que, pour vouloir préciser les caractères de ces résines, il faut vingt-quatre lettres de l'alphabet grec. Ce qui vient encore à l'appui de cette opinion, c'est l'énorme variabilité des caractères généraux que présentent les résines, et les espèces de végétaux, selon les individus, et selon l'époque à laquelle s'est faite la formation. Aussi est-il rare de rencontrer qu'on obtienne la même substance entre les résultats obtenus par des procédés différents.

3925. Nous ne possédons la composition élémentaire que des résines suivantes :

Résine du pin ou colophane.	C. 75,944	H. 10,719
Colophane purifiée par l'huile de pétrole.	77,402	9,551
Colophane purifiée d'abord à l'eau, ensuite à l'éther.	79,655	10,080
Résine de coloph.	79,15	9,93

(\*) Bonastre a donné le nom de sous-résines à la portion d'une résine qui ne se dissout que dans l'alcool bouillant, et qui se précipite par le refroidissement en espèces de cristaux élastiques. Nous devons de cette sorte des résines, si je puis

m'exprimer ainsi, ce que nous avons appelé des résines secondaires. Si les plus ou moins de solubilité dans l'alcool bouillant était un caractère distinctif, nous pourrions en faire des sous-résines différentes dans



	Carb.	Hydr.	Oxyg.	
ni . .	82,29	11,11	6,60	H. Rose.
pahu.	79,26	10,15	10,59	<i>Id.</i>
. . .	76,811	12,683	10,506	G. L et Thénard.

se de Blanchet et Sell la théorie at-  
édit la formule suivante :  $C^{20} H^{16} O$ ,  
qu'elle assigne au camphre (3912). Si  
lance avait eu lieu au moyen de l'ana-  
Lussac ou de Saussure, la théorie au-  
côté celle de Blanchet ; car l'essence  
est l'éclectisme (3823). Si on tenait  
à ne pas donner le coup de pouce au  
trouverait que l'analyse de Blanchet  
formule  $C^{21} H^{16} O$ , celle de Gay-Lussac  
 $C^{20} H^{17} O$ , celle de Saussure à la for-  
5 O, et cela en négligeant, à l'égard de  
s chiffres qui dépassent 1. Car autre-  
tiendrait à la place de la première de  
s :  $= C^{208} H^{162} O^{10}$ , à la place de la  
O  $H^{171} O^{13}$ , et à la place de la troi-  
H<sup>153</sup> O<sup>13</sup>. Choisissez, et puis cher-  
la liste des formules dont se hérissent  
imiques, celle qui, à la faveur d'un  
ce, pourra le mieux s'accorder avec  
ois ci-dessus ; celle qui tombera d'ac-  
meilleure ; on ne reconnaît pas les  
utres caractères. Et si au lieu d'admet-  
, comme les chimistes français, on  
poids de l'atome du carbone = 76,

comme le font les Allemands, la formule change-  
rait encore, en n'affectant C que de la moitié de  
son exposant. Au lieu de  $C^{20} H^{15} O$ , par exemple,  
on aurait  $C_{10} H^{15} O$ .

3926. Les pharmaciens ont distingué deux es-  
pèces de résines ; les *résines* proprement dites,  
et les *baumes*. Les baumes sont des résines soli-  
des ou liquides qui contiennent de l'acide ben-  
zoïque. Les chimistes allemands les divisent en  
*baumes naturels* et *résines dures*. Les baumes  
naturels sont des résines qui, à la faveur d'une  
certaine quantité d'huile volatile à laquelle elles  
sont associées, restent molles ou liquides.

3927. On extrait les résines par incision (3332) ;  
elles coulent dissoutes dans l'huile volatile, dont  
elles ne sont qu'une transformation, et dont on  
les débarrasse par la distillation. Quelques-unes  
découlent spontanément par exsudation. Or les  
huiles essentielles tenant en dissolution diverses  
substances étrangères et des sels même, il est  
impossible que les résines ne soient pas à leur  
tour de semblables mélanges ; et c'est peut-être à  
leur mode d'association avec ces corps étrangers,  
et ensuite à la nature diverse de ces corps, que  
ces résines sont redevables et de leurs caractères  
spécifiques entre elles et de ceux qui les distinguent  
des huiles essentielles (3919).

3928. Nous nous contenterons de signaler, dans  
un tableau, les principaux caractères des résines  
les plus connues :

RÉSINES.	EXTRAITS des	COULEUR.	ODEUR.	SAVEUR.	PESANTEUR spécifique.	CONSISTANCE.	EMPLOI.
Baume de copahu.	<i>Copaifera officinalis</i> .	blanc jaunâtre,	forte.	âcre et amer.	0,950	d'huile.	quelques-unes en médecine, et le plus grand nom- bre à faire des vernifs.
Baume de la Nécque.	<i>Amrisapobalsamum</i> .	limpide.	suave.	<i>Id.</i>	0,950	<i>Id.</i>	
Baume du Pérou.	<i>Myroxylum peruvianum</i> .	jaunâtre.	agréable.	âcre.	1,15	épais.	acide benzoïque.
Tolu.	<i>Toluisera balsamum</i> .	jaune clair.	de citron et de jasmin.	échauffant.	.....	<i>Id.</i>	
Copale.	<i>Rhus copallinum</i> .	nulle.	légère.	.....	1,045 1,150	<i>Id.</i>	
Térébenthine <sup>(1)</sup> .	pin et sapin.	gris jaune.	faible.	amer et brulé.	.....	de miel.	acide succinique.
Benjoin.	<i>Syrax benzoin</i> .	brun rougeâtre.	de vanille.	suave.	1,085 1,092	acide. causure ecchymotique en grains.	38 pour 100 d'acide benzoïque.
Sandaraque.	<i>Thurra articulata</i> .	blanc jaunâtre.	nulle.	.....	.....		
Mastic.	<i>Pistacia lentiscus</i> .	jaunâtre.	agréable.	.....	.....	<i>Id.</i>	
Dammara.	<i>Pinus dammara</i> .	léger. jaunâtre.	nulle.	insipide.	1,067 1,125	consistance.	
Sang-dragon.	<i>Pterocarpus draco</i> .	brun foncé.	<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	1,190	à couleur terre.	un peu d'acide benzoïque.
Gayac <sup>(2)</sup> .	<i>Guaiacum officinale</i> .	vert jaunâtre.	<i>Id.</i>	.....	1,305 1,320	couleur brillante et vertâtre.	3,1 pour 100 de gomme.

*de la théorie de l'histoire des  
des grasses fixes ou volatiles.*

Est que le carbone s'associe à l'hydrogène en certaines proportions, pour qu'il se combine en une huile essentielle réduite à sa plus grande solubilité. Dans cet état, elle est liquide, et se dissout dans l'alcool et l'éther, qui offrent une solubilité analogue, insoluble ou peu soluble dans l'eau, dans laquelle l'hydrogène est associé à l'oxygène proportionnelle au poids du carbone dans l'huile essentielle, et avec l'oxygène, conséquent, l'huile essentielle n'a pas de consistance.

L'huile essentielle possède une grande solubilité, entre autres substances, dans l'alcool, l'éther, l'azote, et parmi les gaz atmosphériques, l'hydrogène, surtout à la lumière. A l'obscurité, elle est fortement portée à croire que l'azote se combine à la même manière que l'oxygène.

Nous occupons en ce moment que de la transformation de l'hydrogène en l'oxygène. Ce gaz ne saurait être combiné avec le carbone; et comme il est susceptible de se combiner tout aussi bien avec l'oxygène qu'avec le carbone, il ne tarde pas à se combiner dans l'huile essentielle, une quantité d'acide carbonique proportionnelle à la quantité d'hydrogène absorbé. L'eau reste associée tout aussi bien aux molécules oléagineuses; mais l'acide carbonique, à cause de sa plus grande volatilité, se sépare en grande partie; cependant il en reste encore une petite pour que l'huile essentielle donne lieu à des réactions des signes sensibles d'acidité. L'huile essentielle devient un mélange de ces deux substances : 1<sup>o</sup> huile essentielle associée à l'acide carbonique; 2<sup>o</sup> huile essentielle associée à l'oxygène.

L'huile essentielle hydratée est peu soluble dans l'eau, et d'autant moins soluble que la proportion d'eau augmente; la présence de l'acide carbonique est capable de rendre cette huile plus soluble qu'elle ne l'est elle-même dans la portion anhydre. Aussi, en traitant l'huile essentielle par un alcali ou un oxyde, vient-on à opérer le départ des deux substances, la portion fluide et de la portion solide.

La solubilité des huiles essentielles augmente avec la proportion d'eau, et plus en plus concrète; parce que la molécule qui a de l'affinité pour l'alcool, l'éther, l'intermédiaire aux deux substances. Elle est, parce qu'elle est hydratée, est

d'autant moins soluble dans l'huile essentielle anhydre, qu'elle est plus soluble dans l'alcool.

3935. De même que l'huile essentielle hydratée est concrète dans l'huile anhydre, de même l'huile essentielle anhydre se concrète pour ainsi dire dans l'eau; elle y perd de sa consistance et de sa fluidité, car elle s'y divise sans s'y dissoudre.

3936. Plus la quantité d'eau augmente, moins est volatile l'huile essentielle réduite à elle-même et sans autre mélange. Les mélanges sont dans le cas d'en augmenter ou d'en diminuer la volatilité, selon que les substances qui les forment sont elles-mêmes volatiles ou fixes.

3937. A un certain terme de la progression, l'huile essentielle est une résine; à un autre plus éloigné, elle est une huile fixe ou une graisse, c'est-à-dire qu'elle ne se volatilise plus qu'en se décomposant, et qu'en se séparant en plusieurs fractions d'elle-même.

3938. La transformation de l'hydrogène de la substance oléagineuse en eau par l'absorption de l'oxygène, ne s'arrête pas lorsque l'huile est parvenue au terme où elle prend le nom de graisse; et la progression continue tant qu'il reste de l'hydrogène à oxygéner. Mais lorsque toute la quantité de l'hydrogène de la graisse est transformée en eau, la graisse est devenue une substance saccharine ou gomineuse.

3939. Nous décrivons ici ce qui doit se passer dans la nature qui développe, et non ce dont nous sommes témoins dans le laboratoire, qui paralyse et interrompt à jamais toute espèce de développement. Nous prenons les termes isolés dans le laboratoire, nous les disposons, par la pensée, en série régulière, et nous arrivons ainsi à formuler, par une progression indéfinie, l'histoire des transformations de la molécule qui est appelée à s'organiser en tissus.

3940. Ainsi, pour représenter les termes extrêmes de la progression indéfinie par des chiffres, soit l'huile essentielle composée de 87,33 de carbone, et de 12,67 d'hydrogène; que cette substance ait fini par absorber 100 parties d'oxygène; 100 parties de ce mélange se trouveront composées de 43,67 de carbone, 6,33 d'hydrogène, et 50 d'oxygène; ce qui est environ la composition élémentaire de la gomme, du sucre et du ligneux (1115).

3941. Mais, pour arriver à ce terme, qui est celui de la substance apte à s'organiser, l'huile essentielle a passé par une progression indéfinie d'additions d'oxygène. Elle a été successivement :

÷ (CH = 100). (CH = 99 + O = 1). (CH = 98 + O = 2). (CH = 97 + O = 3).....  
(CH = 50 + O = 50).

3942. Or que fera l'analyse élémentaire qui cherchera à soumettre à ses pesées une substance ainsi progressive? elle constatera la composition d'un terme de la progression, et non la composition d'une combinaison invariable. Et peut-être dans vingt décompositions subséquentes, il ne lui arrivera pas deux fois de rencontrer le même terme, que le hasard lui avait fait rencontrer la première fois. On verra alors le chimiste différer du chimiste et différer de lui-même, se jetant dans de longues hypothèses et de plus longs calculs, pour réfuter un adversaire, et pour faire concorder ses propres résultats entre eux et avec ceux d'autrui; la science se hérissera de formules, dont le nombre augmentera sans fin avec les analyses, et même en raison de l'exactitude de l'observateur. La chimie n'avait tenu aucun compte de ces considérations; elle savait que les huiles essentielles et fixes absorbent de l'oxygène, d'autant plus qu'elles sont restées plus longtemps exposées à l'air; et tout à coup perdant de vue cette circonstance, elle constatait les différences dans la quantité d'oxygène, comme les signes de tout autant de substances *sui generis*. On aurait dit que la partie descriptive de la chimie et la partie analytique sont deux sciences divergentes, qui ne communiquent jamais ensemble et ne tendent jamais à s'éclairer mutuellement.

3943. Bien plus, la partie descriptive offre à son tour deux branches distinctes, comme deux sciences hétérogènes. Dans l'une, le chimiste essaye une à une les réactions des corps qu'il a sous la main, avec la substance qu'il étudie; et dans l'autre il prend les réactions de ces corps mélangés à son insu avec la substance isolément connue, pour des caractères distinctifs d'un principe immédiat et nouveau.

3944. Présentez-lui en effet un mélange intime de sucre et d'huile essentielle; ce mélange, également soluble dans l'alcool et dans l'eau, aura à ses yeux un caractère qui, n'étant plus celui ni du sucre, ni de l'huile, motivera la création d'une substance nouvelle. Un mélange d'huile grasse et de sucre sera nécessairement pris pour de la glycérine (3770).

3945. Mélangez avec l'huile essentielle un acide aussi volatil qu'elle, de l'acide acétique ou de l'acide carbonique, et ce mélange deviendra dans le laboratoire un acide *sui generis*.

3946. En mélangeant ensemble les résines so-

lides, les graisses et les huiles essentielles, obtiendrez des produits, dont la solubilité dans l'alcool et dans l'éther, selon les proportions employées, et les circonstances ne diffèrent entre elles, dans quelques-unes, que par les caractères de solubilité.

3947. Mélangez avec l'huile essentielle ou autre sel d'ammoniaque, vu la satisfaction de leguer à la science un azotée et animée d'un caractère de base organique, si le mélange est glutineux, une albumine ou un caoutchouc; le mélange est ductile et élastique.

3948. En compliquant davantage et en l'imprégnant de quelques traces colorante inorganique ou autres sels, vous aurez au subterfuge une illusion de grand effet; la fraude moins suspecte.

3949. Or, quand l'analyse directe avertissements, la synthèse doit le cesse présents à la mémoire; elle doit par soupçonner ce que l'analyse restituer à chaque substance, par les éléments d'un mélange qu'il n'est l'art de désassocier.

## § II. Applications.

3950. CAOUTCHOUC (3534). — Parmi les plus intéressants de ces mélanges, nous dispensons de faire l'histoire du caoutchouc élastique, ou résine de caoutchouc est le produit coagulé de la sève cellulaire ou pseudo-vasculaire suivant : *jatropha elastica*, *colletoideum*, *cecropia peltata*, *hippomane bicolor*, *ficus religiosa*, *artocarpus integrifolia*, *larix elastica*. On l'obtient par incision sous les formes sous lesquelles il est répandu dans la nature; mais toutes ces formes sont tout à fait artificielles. Les poires creuses, que les Américains emploient pour faire des canots, sont obtenus par ce moyen de moules pyriformes en terre; ils appliquent, après leur entière dessiccation, des couches de la sève, qu'ils font sécher, en exposant la poire à la fumée; la couche générale a acquis l'épaisseur voulue, on jette la poire dans l'eau, qui ramollit et permet d'en vider le sac résineux; le caoutchouc provient de la partie blanche de la sève, qu'on expose à la fumée; on trouve en outre le caoutchouc sous forme de plaques épaisses, blanches, ou jaunes pâtes; on l'expose

teilles bien fermées ; ce suc est d'un blanc opaque ; il se couvre dans une couche de caoutchouc figé ; il a une odeur de caoutchouc et sent un peu le pourri ; sa densité spécifique est de 1011,74 ; appliqué en couches sur un corps solide, il se fige dans la proportion de 45 pour 100 de caoutchouc ; le suc offre un coagulum de caoutchouc qui nager à la surface du liquide. Si on le laisse dans le liquide occasionne un coagulum qui se dégage une odeur ammoniacale, mais ne le coagule pas. Si l'on expose le liquide à lui-même, il s'élève une couche à la surface du liquide, qui devient opaque et limpide. L'eau dont on l'étend, ne l'altère. On obtient le caoutchouc en traitant le suc avec 4 fois son volume d'eau, et percé au fond d'un trou, qu'on tient pendant 24 heures, terme au bout duquel le suc s'est rassemblé, comme une crème, à la surface du liquide, que l'on soutire alors en pressant le fond du vase ; mais dans cet état il est encore compacte que la crème, et se désagrège à la moindre agitation. Pour lui conserver sa cohérence et son élasticité, on le prive d'air en le déposée entre ses molécules, en le comprimant entre du papier joseph, ou l'étendant sur des feuilles poreuses ; il devient bientôt d'une couleur brune, élastique, transparent et incolore comme du poisson ; car il ne renferme que la seule substance du même pouvoir élastique. Une fois qu'il est entièrement privé d'air. Si, avant qu'il en ait été entièrement débarrassé, on l'applique sur un moule, et qu'on presse fortement, il en conserve la forme. Sa densité spécifique est alors de 0,925, et augmente la consistance, sans le rendre plus dur ; la chaleur lui rend son élasticité naturelle. Il est insoluble dans l'eau même bouillante, laquelle se blanchit seulement un peu ; cependant il s'imbibe d'eau et y augmente de volume. A froid il acquiert jusqu'à 10 fois son volume dans l'huile de pétrole rectifiée, et se dissout en totalité à chaud ; il est insoluble dans l'éther ; l'éther le dissout ; l'alcool le précipite sous forme d'un dépôt éthéré ; la solution est incolore, et se dépose au fond la suie et les autres matières qui se trouvaient mélangées avec le caoutchouc. Il se dissout dans les huiles empyreumatiques rectifiées, dans les huiles grasses ; et peut alors supporter sans se décomposer la température plus élevée ; on peut l'appliquer sur les surfaces des corps, mais il

n'y durcit qu'au bout de quelques années. Il est peu soluble dans l'alcool après avoir été fondu, ou dans les dissolutions d'alcali caustique.

Le *caoutchouc purifié* fournit à la distillation une huile empyreumatique et des gaz ; mais les chimistes n'ont pas remarqué qu'il laissât dégager ni acide carbonique, ni eau, ni ammoniac. Le *caoutchouc brut*, dans les mêmes circonstances, donne à la distillation, de l'eau, du gaz acide carbonique, de l'ammoniac. Le caoutchouc est inaltérable à l'air, dans le chlore ; l'acide sulfureux, l'acide hydrochlorique, l'ammoniac, le gaz silicofluorique, etc., ne l'attaquent pas, ce qui permet de l'employer à réunir les tubes de verre par un tube élastique. D'après Faraday, le suc d'où l'on tire le caoutchouc renferme sur 100 parties : 31,7 de caoutchouc, 1,9 d'albumine végétale et des traces de cire, 7,13 d'une substance azotée, amère, soluble, avec une couleur brune, dans l'alcool et dans l'eau, précipitable par le nitrate de plomb, 2,9 d'une substance insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, et 56,37 d'eau, contenant en dissolution un acide libre qui précipite le nitrate de plomb, et colore en vert les sels ferriques. Il est impossible de ne pas voir dans les divers lots de cette analyse (3565), les mêmes substances mélangées en variables proportions, et rendues souvent solubles également dans l'eau et dans l'alcool, à la faveur d'un même menstrue acide. D'après les expériences de Faraday et Ure, le caoutchouc aurait à peu près la même composition élémentaire que l'essence de térébenthine, 87,5 de carbone, et 12,5 d'hydrogène, sans aucune trace d'oxygène. Mais ce résultat mérite confirmation ; les analyses de Ure s'éloignent trop en général de celles des autres chimistes, pour qu'il ne soit pas possible de soupçonner que 3 à 4 d'oxygène sur 100 n'aient pu lui échapper.

3951. En comparant, avec ce qui précède, l'alinéa 3182, dans lequel nous avons tout aussi longuement décrit l'histoire des modifications successives et des caractères d'un mélange d'huile et de sucre exposé à l'air, on n'aura pas beaucoup de peine à concevoir la théorie et l'analogie du caoutchouc, et à se convaincre qu'en mélangeant ensemble une huile essentielle avec du sucre, un acide organique ou un sel ammoniacal et de l'albumine, on pourrait parvenir à produire un caoutchouc doué des principales qualités du caoutchouc naturel ; or comme rien n'est plus commun qu'un tel mélange dans la nature végé-



cale, il s'ensuit que la sève des arbres, dont la sève donne un caoutchouc, n'est pas arrêtée à ceux que nous avons énumérés plus haut, et qu'on en trouvera des quantités plus ou moins appréciables dans la plupart de nos plantes indigènes.

3952. En effet, le mélange d'huile de colza et de sucre acquiert avec le temps une consistance gluante; et étendu sur les surfaces il acquiert en trois mois une dureté qui imite celle du vernis, et si le sucre est en petite proportion dans le mélange, ce vernis est inattaquable par l'eau. L'alcool même bouillant ne le dissout qu'en partie, et la portion respectée par l'alcool se dissout en partie dans l'éther, d'où elle se dépose par évaporation, sous forme gluante, qui ensuite ne se prend plus aux doigts et offre tous les caractères physiques du gluten. Ce caoutchouc déposé dans l'ammoniaque liquide a cédé, à ce mensture, une portion de sa substance, et l'autre y a blanchi et s'y est gonflée. Par évaporation l'ammoniaque a déposé, sur le porte objet du microscope, une couche de gouttelettes oléagineuses, de beaux globules et des cristaux entièrement semblables à ceux du vinaigre (3319). La portion redissoute ressemblait au gluten fraîchement malaxé, elle ne se prenait pas aux doigts; elle brunissait à l'air, et avait, à s'y méprendre, l'odeur de la farine malaxée sous un blet d'eau (1250). Déposés dans l'eau, les grumeaux de ce gluten artificiel ne donnaient pas les moindres signes d'alcalinité, après vingt-quatre heures de séjour dans le liquide; et cependant il suffisait de concentrer sur un morceau sorti de l'eau et de la grosseur d'un pois, les rayons solaires, au moyen d'une lentille, pour en dégager une fumée qui ramenait immédiatement au bleu le tournesol rougi par un acide; par la dessiccation, le papier réactif reprenait sa couleur rouge; mais si l'on continuait à le laisser exposé, imbibé d'eau, à la fumée produite par la concentration des rayons solaires, le papier redevenait de nouveau bleu, coloration qu'il a conservée, même après complète dessiccation. Un fragment de ce gluten insoluble dans l'eau s'est désagrégé dans la potasse concentrée, et après quarante-huit heures tout s'était dissous à l'œil nu; mais au microscope, cette dissolution laiteuse apparaissait avec les caractères d'une suspension de parcelles savonneuses; étendue de cent fois environ son volume d'eau, l'opacité du liquide n'est affaiblie, mais n'a pas disparu complètement. L'acide sulfurique en a dégagé des bulles, et a précipité la substance oléagineuse en superbes globes, d'abord jaunes et ensuite rouges (3187)

opacités, et ayant en diamètre depuis 1 de millimètre (pl. 17, fig. 29).

3953. Nous avons donc retrouvé, et le plus simple mélange fort peu compliqué, d'huile et d'ammoniaque. d'abord tous les caractères du gluten (1227), et ensuite un assez grand nombre de ceux du caoutchouc; et nous avons vu, que probable, qu'en employant au lieu de l'huile volatile au lieu d'une huile essentielle nous serions arrivés à reproduire une identité complète.

3954. L'industrie a, depuis plusieurs années, tiré les partis les plus heureux de ce caoutchouc. On en forme, pour recouvrir les tubes de verre d'une manière flexible et élastique, en rapprochant les bords d'un ciseau d'une bande de caoutchouc chauffé. La gomme élastique ordinairement employée pour nettoyer le papier et à effacer les marques à la mine de plomb. En ramollissant le caoutchouc dans l'eau bouillante, ou dans de l'éther qui renferme de l'alcool, les distendant d'air, on leur donne une forme qui permet de les employer à la conservation. La dissolution éthérée sert à fabriquer des tubes flexibles pour les opérations de chirurgie; on emploie à cet effet un latex tel qu'il nous est expédié dans le commerce, que l'on applique sur des moules de plâtre cuit au feu. Le plâtre absorbe le caoutchouc; se prend en une masse extérieure du moule. C'est par les mêmes procédés qu'on prépare les toiles vernies au-dessus de table, que l'industrie a su livrer à des prix si modérés, après avoir porté la fabrication à un si haut point de perfection, sous le triple rapport de la solidité, de la flexibilité et de l'élégance des produits. En principe, afin d'obtenir des tissus imperméables, on plaçait entre deux toiles une dissolution de caoutchouc dans l'huile empyreumatique, fîée de charbon de terre, et on devait avoir fait passer la toile au laminage des cylindres. Les selliers et bourrelliers d'un vernis noir les pièces de fer de la selle au moyen d'une dissolution potassique de caoutchouc. Enfin nous avons vu de belles toiles de couleur pourpre, qu'on employait pour des perles, et qui servent de collier aux Indiens; ce sont des boules perforées de caoutchouc enroulées avec de l'ambre.

3955. Il nous paraît probable que le caoutchouc naturel avec lequel les Indiens de la

bient leur bois imperméable à l'eau, se du caoutchouc à un état beaucoup plus nous arrive en Europe ; il résiste au gluten frais. Les Chinois possèdent une nature qui est un mélange de résine essentielle et d'acide benzoïque. Peut-être aurions-nous en France, en mélangant la résine, de l'huile essentielle et de l'huile très-concentrée.

— S'il est une de nos substances indifférentes de l'analogie avec le caoutchouc, c'est la glu que l'on retire des baies (mûres). Gluante et poisseuse, elle dans l'éther sulfurique et nitrique, l'alcool, ni dans l'éther acétique, ; et si on la mélange avec du sucre, elle se dissout dans l'albumine acide, elle finit par couler les doigts et par offrir l'élasticité du caoutchouc (1397).

13. — L'art à imiter, par des mélanges judicieux, les vernis que nous fournit la nature distingue de trois espèces : le vernis à l'essence, et le vernis à l'alcool. Le vernis à l'essence est un mélange de résine de sandaraque en poudre fine ou de résine de camphre, de résine de térébenthine de laque, dissous à chaud dans l'alcool, et de déposer au fond du vase du liquide pour faciliter la dissolution à une température et de diviser davantage le

Le tableau donne les proportions suivantes :

	1 <sup>re</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
tré. . . . .	32	32	64	60	30
.....	8	8	0	0	4
.....	3	8	12	4	8
.....	0	0	2	0	0
.....	0	0	4	0	0
.....	0	0	1	0	0
en écailles.	0	0	0	7	8
de Venise					
.....	8	4	0	1	0
nièrement.	4	4	4	4	0

des trois premières colonnes donnent les plus limpides et ceux qui servent à des objets de toilette, boîtes, couvertures, etc.; le quatrième est très-bon, le cinquième ne s'étend que sur le

— TOME II.

cuivre jaune, chauffé sur un grill avant et après le vernissage.

3960. Le vernis à l'essence est composé de 12 parties de mastic pur en poudre, de 1 et demie de térébenthine pure, d'une demie de camphre en morceaux, de 5 de verre blanc pilé, et de 36 d'essence de térébenthine rectifiée, dans laquelle on opère la dissolution à chaud.

3961. Pour le vernis gras, on prend 61 parties de copal, que l'on fait fondre dans un matras à une chaleur convenable ; on y verse alors 8 parties d'huile de lin ou d'œillette lithargyrée bouillante ; on remue ; et lorsque la température est descendue à 50° ou 60°, on ajoute au mélange 16 parties d'essence de térébenthine chaude ; on passe dans un linge, et on conserve le vernis dans une bouteille bouchée, mais à large ouverture. Ce vernis s'applique sur les voitures, le fer, le laiton, le cuivre, les ustensiles de fer-blanc.

3962. On colore tous ces vernis en rouge par le carthame, la cochenille, l'orcanette, le sang de dragon, le santal ; en jaune par la gomme-gutte, le safran ; en vert par l'acétate de cuivre.

### TROISIÈME GENRE.

#### GOMMES-RÉSINES.

3963. Les gommés-résines sont, ainsi que l'indique leur nom, un mélange brut, en proportions variables, d'huiles volatiles, de substances gommeuses et de substances résineuses, et de quelques autres produits organiques qui découlent avec elles des vaisseaux incisés de la plante qui les produit (3103). Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit relativement au mode dont s'opèrent les mélanges, et il nous suffira de présenter les caractères des principales d'entre elles. Nous ne croyons pas devoir transcrire ici les nombres par lesquels les auteurs d'analyses ont déterminé les proportions des substances dont ils signalent l'existence dans les gommés-résines. Il suffit d'examiner comparativement les analyses de la même substance faites par des auteurs différents, pour se faire une idée du peu de confiance que ces sortes de résultats peuvent inspirer. La gomme-résine de l'aloès, par exemple, renferme, d'après Trommsdorff, 75 sur 100 d'un principe savonneux amer, tandis que, d'après Bouillon-Lagrange et Vogel, elle renferme 68 pour 100 d'extractif, etc. On s'expliquera facilement cette

discordance, en se rappelant ce que nous avons eu déjà bien des fois l'occasion de faire observer relativement à l'analyse des mélanges.

3894. GOMME-LAQUE. — C'est une sève cellulaire (3333, que les piqûres du *coccus lacca* font suinter des jeunes rameaux de plusieurs arbres des Indes orientales, tels que les *Ficus indica* et *religiosa*, *Rhamnus jujuba*, *Croton cocciferum*. On en trouve trois espèces dans le commerce : la LAQUE EN MATIÈRE *stick lac*, ou laque adhérent à l'écorce des branches, LAQUE EN GRAINS (*seed lac*), ou laque détachée des branches, et que l'on a fait bouillir dans une dissolution de carbonate de soude, LAQUE EN PLAQUES OU EN ÉCAILLES (*shell lac*), laque fondue, passée à travers une toile, et coulée sur une tige de bananier ou sur une pierre plate. La couleur en est variable, blonde, rouge ou brune. D'après Hatchett, elle renfermerait 90,5 de résine, 0,5 de matière colorante, 4,0 de cire, et 2 8 de gluten. Dans la cire rouge à cacheter et de bonne qualité, il entre 48 parties de laque en écaillies, 10 de térébenthine de Venise, 1 de baume du Pérou, le tout fondu avec 52 parties de vermillon, et jeté dans un moule de laiton. Dans la cire commune à cacheter, la laque est remplacée par la colophane, et le vermillon par un mélange de minium et de craie. On remplace le vermillon par le cobalt pour la cire bleue, par le vert de montagne ou de cuivre pour la cire verte, par le chromate de potasse pour la cire jaune, et par le noir d'os bien lavé pour la cire noire.

3965. EUPHORBIE. — Extraite, par incision, de l'*Euphorbia officinarum*; elle nous vient d'Égypte en larmes jaunâtres, inodores, friables, âcres et caustiques, irritant violemment l'odorat, lorsqu'elle est en poudre.

3968. GALBANUM. — Extraite, par incision et évaporation, du suc du collet de la racine du *Bubon galbanum*. Elle nous vient de l'Ethiopie en masses peu fragiles, roussâtres, opaques, d'une odeur forte, d'une saveur âcre et amère.

5967. **GOMME-GUTTE.** — Extraite, par incision, du *Cambogia gutta*; elle nous vient des Indes orientales en masses d'un jaune brun à l'extérieur, et d'un jaune rougeâtre à l'intérieur, opaques, inodores, d'une cassure vitreuse, insipides d'abord, puis âcres et amères; employée comme couleur jaune pour les lavis.

3068. MYRURE. — Elle nous  
en larmes ou en grains de diffé-  
roussâtres et d'un jaune brun,  
transparents, à cassure vitreuse  
agréable, d'une saveur âcre et a-

3969. OLIVIER, ENCRE ANTIQUE.  
Inclusion, du *Juniperus Lycia*.  
Les auteurs de la *Boschna* servent  
de l'Afrique et de l'Arabie en masses  
plus ou moins transparentes, jouant  
d'une saveur amère et nauséabonde.  
Lorsqu'on brûle une odeur agréable.

3970. *ASSA FORTIDA*. — Sève  
extraite par incision de la racine  
*fortida*, qui nous arrive en larmes  
souvent en masses d'un brun rouge  
larmes limpides, d'une saveur  
odeur alliécée, qui les fait ressembler  
Orientaux des climats brillants  
ments (3662), mais qui nous paraît  
à nous habitants du Nord.

3971. GOMME AMMONIAQUE — Ex-  
sion de la racine d'une ombelle  
originnaire, d'après Dou, de la Per-  
se, et dont l'auteur propose le  
nom de *Dorema*, un genre voisin  
de l'*Opoponax*; elle nous vient de  
en morceaux d'un blanc jaunâtre,  
friables, d'une odeur désagréable,  
légèrement âcre et amère. A la  
elle fournit, sans se fondre, du gaz  
que, une eau acideule contenant  
des huiles diverses, de l'hydrogène  
laisse force cendres.

3079. *OPONAX*. — Extraite, par la racine du *Pastinaca opopon* vient du Levant en larmes ou en odeur désagréable, d'une saveur friables, rougeâtres à l'extérieur, sale à l'intérieur.

3973. Scammonea. — Extraite de  
scammonea ; celle qui nous vient  
gru cendré, légère, friable, brillante  
nous vient de Smyrne est noire,  
moins friable que la première, et de

5074. A102a. — De l'Alon sec

les espèces : l'aloès soccotrin , l'aloès caballin , employés les deux médecine , et le troisième en médecine. L'aloès soccotrin est d'un rouge ni-transparent, friable, d'une saveur d'une odeur nauséabonde. L'aloès d'une couleur plus foncée et moins celle du précédent. L'aloès caballin est pur que les deux premiers.

#### QUATRIÈME GROUPE.

##### ORGANISME ORGANIQUES (878).

ances qui émanent 1<sup>o</sup> plus ou moins de l'élaboration des organes , mais sont aptes à former l'élément organique , au développement desquels , soit en saturant les bases désignées , soit en éliminant , par voie de position, les éléments organisateurs ; éliminées ensuite au dehors , par exhalation , une fois que leur influence que leur action est terminée ; 2<sup>o</sup> de décomposition spontanée ou artificielle des acides , et revêtent alors des caractères et sont inutiles , nuisibles ou funestes à la vie. Nous les partagerons donc en deux principales : en *produits de l'organisation* et en *produits de la désorganisation*.

#### PREMIÈRE SECTION.

##### PRODUITS DE L'ORGANISATION.

##### PREMIER GENRE.

##### ACIDES NON AZOTÉS.

Acides , fixes ou volatils , se trouvent combinés avec des bases ; nous ne nous occupons que de leurs combinaisons que dans la première édition du système ; ici nous ne devons nous occuper que de leur formation, de leurs caractères et de leurs propriétés.

Le nombre des acides organiques , dans la première édition de cet ouvrage , a été multiplié depuis plusieurs années,

et encore sans doute le rapport pompeux de l'Académie de pharmacie , sur la découverte de l'acide , qui le lendemain se trouva n'être que

de manière à faire présager que, par suite de la direction imprimée à l'analyse végétale , par exemple , bientôt chaque espèce de plante finira par avoir son acide particulier. Certaines rétractions obligées (\*) n'ont pas ralenti l'ardeur de nos analystes novateurs , et la liste de ces équivoques produits reste encore ouverte à quiconque veut s'y faire inscrire. Mais ce que nous avons dit , dans divers endroits de cet ouvrage , au sujet des caractères illusoires , qu'un mélange de substances connues est capable de prêter à un acide déjà connu , se représente avec plus de force encore, quand il s'agit du mélange possible des acides entre eux ; et peut-être trouvera-t-on un jour que les acides organiques les plus généralement admis ne sont qu'un mélange de deux acides voisins sur la liste. Il arrive en effet un point d'association moléculaire , où les réactifs , qui agissent isolément sur chaque élément du mélange réduit à lui-même , sont impuissants pour en déceler la présence , quand il se trouve associé à un autre élément. L'acide acétique refuse de s'évaporer, quand il est intimement uni à la portion la moins phosphatée de l'albumine (3375), et l'albumine refuse de se coaguler par l'alcool , quand elle est unie, dans une certaine proportion, avec l'acide acétique (1535). En conséquence , l'alliance d'une résine (3919), d'une huile grasse (3719), d'une huile essentielle, de la gomme (3099) du gluten (1227) avec un acide connu, suffira pour déjouer l'action des réactifs ordinaires , et pour communiquer à un mélange les caractères les plus illusoires d'un acide nouveau. Il est encore une autre source d'illusions d'autant plus féconde que jamais l'analyse élémentaire n'a pris soin de s'en occuper ; je veux parler des bases terreuses ou métalliques , etc., qui sont capables de se combiner en faible proportion avec un acide quelconque. »

3978. Ces idées ont remué l'esprit des chimistes ; les uns les ont adoptées, les autres ont cherché à les tourner ou à les traduire en d'autres termes ; Pelouze en fit l'application à la théorie des acides, que les chimistes appellent pyrogénés, et il pensa en avoir trouvé la loi générale dans la formule suivante : « Un acide pyrogéné quelconque, plus une certaine quantité d'eau et d'acide carbonique, ou l'un seulement de ces deux composés binaires, représente toujours la composition de l'acide qui l'a produit. » Cette loi, déjà trop compliquée pour

de l'acide hydrochlorique, dont l'auteur et le rapporteur avaient perdu les traces, ainsi que le leur démontra Robiquet.

être une loi générale, ne laisse cependant pas que d'offrir de nombreuses exceptions; et, outre l'eau et l'acide carbonique, la formation de ces acides ne laisse pas souvent que de laisser un charbon volumineux, et d'être accompagnée d'un dégagement d'huile empyreumatique; aussi à chaque acide il a fallu une dissertation spéciale pour faire concorder la loi avec les faits observés. C'est que les acides sont des mélanges plus variables que ne l'a pensé l'auteur, et que parlant la loi de leur formation est beaucoup plus simple que la sienne; elle a pour formule un seul mot : *mélange*, et elle s'applique à tous les acides fixes ou pyrogénés. Et ici nous ne parlerons pas de ces mélanges grossiers, dont nous croyons avoir fait suffisamment justice, en nous occupant des prétendus acides *ulmiqu* (1138), *suberique* (1195), *lactique* (3375), *mutique* (3105), *nitro-leucique* (1587), etc. Nous ne parlerons pas non plus des acides gras (3787),

qu'avec une larme d'acide acétique et la graisse venue nous pouvons reproduire pièces, de manière à tromper le sagace miste le plus expérimenté sur le sujet. Ces acides ne tiennent plus à la chimie stéréotypage des livres universitaires, nous arrêtant à la liste des acides plus dans leurs caractères, et plus cachés d'origine, il nous sera facile aujourd'hui de comprendre, comment, avec un seul, à créer les uns après les autres, en les mêlant avec l'une ou l'autre des substances que nous avons décrites dans les trois groupes de cette classification. Pour que la dernière soit complète, il faut qu'elle s'applique également aux *réactions* de chacun de ces acides, nous diviserons en conséquence en deux parties distinctes.

I. TABLEAU COMPARATIF DE LA COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE  
DES PRINCIPAUX ACIDES,

507a. Acides.	Carbone.	Oxyg.	Hydrog.	Auteurs de l'analyse.	Formules classiques.
Carbonique . . .	{ 27,560. 72,610. 27,070. 72,550.	. . . .	. . . .	Saussure . . . . . Thénard . . . . .	} = C O.
Acétique . . . . .	{ 50,324. 44,147. 47,556. 46,042. 46,850 46,820.	5,629. 5,422. 5,550.	. . . .	Gay-Lussac et Th. . . . Berzélius . . . . .	
Quinique . . . . .	40,193.	47,706.	0,100.	Liebig . . . . .	= C <sup>10</sup> H <sup>24</sup> O <sup>11</sup> .
Formique . . . . .	52,850.	04,470.	2,680.	Berzélius . . . . .	= C <sup>1</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .
Oxalique hydraté.	{ 26,566. 53,323.	70,689. 06,534.	2,745. 0,244.	Gay-Lussac et Th. . . . Berzélius . . . . .	} = C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>5</sup> .
Oxalique anhydre.	53,760.	66,240.	. . . .	Berzélius . . . . .	= C <sup>3</sup> O <sup>3</sup> .
Malique . . . . .	{ 28,500. 28,952 40,680. 41,840.	54,900. 66,420. 54,240. 54,740.	16,800. 4,619. 5,080. 3,420.	Vauquelin (3502°). . . . Fromberlz . . . . . Proust . . . . . Liebig . . . . .	} = C <sup>10</sup> H <sup>10</sup> O <sup>5</sup> .
Maléique . . . . .	41,840.	54,750.	3,410.	Pelouze . . . . .	= C <sup>8</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup> .
Tartrique . . . . .	{ 24,050. 56,110.	69,531. 59,910.	0,029. 4,970.	Gay-Lussac et Th. . . . Berzélius . . . . .	} = C <sup>8</sup> H <sup>6</sup> O <sup>7</sup> .
Pyrotartrique . . .	46,00 .	48,040.	5,950.	Pelouze . . . . .	
Citrrique . . . . .	{ 53,811. 41,400. 24,280.	59,859. 54,960. 61,910.	0,550. 3,040. 3,810.	Gay-Lussac et Th. . . . Berzélius . . . . . Proust . . . . .	} = C <sup>6</sup> H <sup>4</sup> O <sup>7</sup> .
Pyrocitrrique . . .	54,07 .	42,600.	3,550.	Dumas . . . . .	= C <sup>10</sup> H <sup>10</sup> O <sup>5</sup> .
Tannique . . . . .	51,560.	44,240.	4,200.	Pelouze . . . . .	= C <sup>36</sup> H <sup>180</sup> O <sup>12</sup> .
Gallique . . . . .	{ 57,080. 40,890.	57,820. 46,020.	5,050. 3,490.	Berzélius . . . . . Pelouze . . . . .	} = C <sup>14</sup> H <sup>10</sup> O <sup>5</sup> .
Pyrogallique . . .	57,010.	57,690.	4,700.	Pelouze . . . . .	= C <sup>12</sup> H <sup>6</sup> O <sup>7</sup> .
Méconique . . . . .	42,460.	55,561.	1,979.	Liebig . . . . .	
Camphorique . . .	56,167.	56,853.	6,981.	Liebig . . . . .	= C <sup>20</sup> H <sup>110</sup> .
Benzolique . . . . .	{ 75,560. 60,740. 74,378.	19,720. 38,520. 21,035.	4,920. 4,900. 4,567.	Berzélius . . . . . Ure . . . . . Wohler et Liebig . . . .	} = C <sup>7</sup> H <sup>100</sup> .
Succinique . . . . .	48,480.	47,560.	3,960.	Berzélius . . . . .	= C <sup>8</sup> H <sup>10</sup> O <sup>7</sup> .
Nucique* (3105)	{ 53,690. 34,720.	62,600. 60,560.	3,620. 4,720.	Gay-Lussac et Th. . . . Berzélius . . . . .	} = C <sup>17</sup> H <sup>100</sup> .



qui frappe d'abord les regards à l'in-  
tableau ci-dessus, c'est la divergence  
que jamais d'exister entre deux ana-  
logues substance faites par deux auteurs  
et souvent par le même auteur. Par  
l'acide acétique analysé par Gay-Lussac  
encore de l'acide acétique analysé par  
Berzelius, de l'acide tannique analysé par  
Berzelius, de l'acide tartrique, analysé par Gay-Lus-  
sac, encore plus de l'acide tartrique ana-  
lysé par Berzelius, que de l'acide malique analysé  
par Berzelius. Quelle différence énorme entre  
celle de Vauquelin et Fromhertz d'un  
même acide de Proust et Liebig ! L'ana-  
lyse de l'acide malique de Liebig présente exacte-  
ment les nombres que celle de l'acide citri-  
que de Berzelius. L'analyse de l'acide succinique  
présente presque les mêmes chiffres  
que de l'acide gallique par Pelouze, qui  
la moindre analogie avec celle de  
celle opérée par Berzelius. C'est sans  
douter aux élèves une aussi fâcheuse  
que la dernière édition de Thénard a  
se citer qu'une seule analyse de cha-  
que l'auteur a choisie au gré de sa

malgré cette énorme divergence entre  
positifs de l'expérience, la composi-  
tion de chaque acide ne laisse pas que  
être donnée par une formule précise, et  
au même titre qu'une ordonnance uni-  
forme, lorsqu'on veut se permettre de la  
comparer, on trouve qu'elle  
coïncide avec l'analyse que l'on  
fait, mais encore d'après le *coup*  
d'œil on est toujours forcé de donner  
celle d'un autre.

Ensuite on a obtenu une formule,  
on a voulu un multiple ou un autre  
multiple, et transformer la formule  $C^{10}H^4$   
en :  $C^{20}H^8O^{10}$ ,  $C^{30}H^{12}O^{15}$ ,  $C^{100}H^{52}O^{65}$ , etc., sans qu'elles cessent  
de représenter la composition élémentaire de  
l'acide ; en sorte que  
la substance peut être représentée comme  
une combinaison de 19, ou de 38, ou  
de 190, ou de 247 atomes, sans perdre  
ses propriétés intrinsèques, le moi-  
ndre de ses réactions. Non ; ces ma-  
nieres ne sont en aucun point conformes  
à la nature, qui n'a pas plusieurs mou-  
des, ni plusieurs genres de

combinaisons pour créer la même substance.  
Enfin, avant d'adopter une formule, il serait  
logique d'arriver préalablement à des éléments  
invariables, à des résultats que l'expérience re-  
produit à chaque essai nouveau.

3983. Laissant donc de côté ces combinaisons  
de lettres qui s'accrochent au hasard, comme les  
atomes d'Épicure, et n'ayant égard qu'aux nombres  
qui représentent les poids des produits éliminés,  
voyons s'il ne nous serait pas possible, par le mé-  
lange fait de toutes pièces de l'un de ces acides  
avec une substance quelconque déjà connue et qu  
se dégage en même temps que lui, d'obtenir les  
nombres élémentaires que l'analyse trouve pour  
caractériser les autres.

3984. Prenons à ce sujet l'acide le moins com-  
pliqué de tous, l'acide binaire par excellence, celui  
qu'aspirent et qu'exhalent les tissus qui se déve-  
loppent, qui se dégage avec des caractères inva-  
riables quand il est parfaitement isolé, et que le  
chimiste ne le fait pas passer par la filière de ses  
procédés toujours suspects et souvent convaincus  
d'altérer les produits au passage ; l'acide organi-  
sateur, l'acide pour ainsi dire atmosphérique, et  
générateur de tout le règne organisé, l'acide car-  
bonique.

3985. Que l'on demande à un chimiste de faire  
l'analyse d'un mélange d'huile essentielle non  
oxygénée ou hydrogène carboné oléagineux, et  
d'acide carbonique. On sait que l'huile essentielle  
de térébenthine peut en absorber deux fois son  
volume, lorsqu'on la laisse en contact avec ce gaz,  
pendant quelque temps à la température ordinaire ;  
la compression et l'élévation de température sont  
dans le cas de porter bien plus haut encore le  
chiffre de la quantité absorbée.

Soit donc un mélange de deux parties en poids  
d'acide carbonique et une partie d'huile essentielle  
composée de carbone 85, et hydrogène 15 ; 100  
parties d'un pareil mélange seront composées de  
la manière suivante, en nombres ronds (257).

	Carb.	Oxyg.	Hydrog.
2 parties d'acide carbonique.	18	48	
1 partie d'huile essentielle.	28		5
	—	—	—
	46	48	5

Or ce mélange possède ainsi la composition  
élémentaire de l'acide acétique de Berzelius, de  
l'acide pyrotartrique de Pelouze, de l'acide qui-  
nique de Liebig.

3986. Un mélange dissous dans l'eau ou autre menstrue, et composé de :

	Carb.	Oxyg.
2 parties d'acide carbonique.	18	48
1 partie d'oxyde de carbone.	14	19
	—	—
donnera à l'analyse élément.	32	67

résultat qui s'accorde, aussi bien qu'il est possible de le désirer, avec l'analyse de l'acide oxalique par Berzélius.

3987. Un mélange de .

	Carb.	Oxyg.	Hydrog.
3 parties de camphre.	50	10	8
1 partie d'acide carb.	9	24	—
	—	—	—
donnera à l'anal. élément.	50	34	8

des nombres qui se rapprochent encore plus de l'analyse de l'acide gallique de Berzélius et de l'acide camphorique de Liebig, que l'analyse de l'acide gallique de Berzélius ne se rapproche de celle du même acide par Liebig.

3988. Un mélange de :

	Carb.	Oxyg.	Hydr.
1 partie d'essence de lavande.	25	4,5	3
2 parties d'acide carbonique	18	48,5	—
	43	53	3

des nombres qui se rapprochent autant de ceux de l'analyse de l'acide malique par Berzélius, que de celle de l'acide citrique du même.

3989. Soumettez, à l'analyse élémentaire, une combinaison de deux parties d'acide carbonique et d'alcool, vous aurez en produits : carbone 35,5, oxygène 60, hydrogène 4,5, nombres voisins de ceux de l'analyse de l'acide citrique par Gay-Lussac.

3990. Enfin, si on voulait continuer, la plume à la main, ces combinaisons de nombres, il n'est pas une analyse contenue dans le tableau ci-dessus, que l'on ne fût en état de reproduire, par l'association de l'acide carbonique avec un hydrogène carboné.

Et que serait-ce si nous tenions compte ensuite des mélanges plus compliqués, de l'association d'un acide avec le sucre, avec le gluten, avec l'albumine, enfin avec une quantité de sels et même de base incapable d'en saturer l'acidité ; nous obtiendrions à l'analyse élémentaire des nombres encore plus piquants d'analogie. Nous n'avons même laissé, sur la liste des analyses ci-dessus, l'acide mucique, qui n'est qu'un oxalate acide de chaux (3105), que pour faire comprendre,

d'un coup d'œil, dans quelle nation terreuse est en état de l'analyse de l'acide oxalique.

3991. Or, de pareils mélanges s'opèrent tous les jours sous nature et dans le laboratoire ; côté, quand nous les avons vu, fois que nous avons suivi par la combinaison. Nous les soumettons à l'analyse, comme des et immédiates, s'ils se présentent à notre insu. Nous savons que la combinaison est capable d'absorber le volume de gaz acide carbonique pas voulu pousser plus loin la combinaison si peu compliquée, un pareil mélange ne revêt les méthodes d'analyse, les caractères de l'acide inscrit d'un nom parti. Nous ne procédons, en effet, nature, que par sauts et par

## § II. Caractères et réactions des acides les mieux connus.

3992. Au contraire de cette d'abord, par la pensée, ce que mélange, si on le soumettait aux épreuves de l'analyse et de la nous pour exemple une huile d'acide carbonique ; on a une substance oléagineuse liquide rougira la teinture de tournesol, qu'elle aura été amenée à l'ébullition, avec les bases, des sels des caractères distinctifs de ces sels en effet seront modifiés, comme l'acétate et le tartrate sont par un mélange albumineux distillation, l'huile essentielle bien que le gaz acide carbonique recueilli dans le récipient présente les caractères que dans la cucurbitule en apparence *suc generis*, et rangé dans la classe des acides, l'huile essentielle et étant prise d'autres substances étrangères, comporterait avec les réactions aussi variable que le nom des accessoires, et pourrions les acides d'une assez lo Étudions la liste leurs réactions.

**DE CARBONIQUE.** — L'acide carbonique toute création organisée ; car nul être saurait exister dans une atmosphère privée entièrement ; le végétal ne se que du produit de sa décomposition ; alors même qu'il ne le décomposerait ur, l'exhalant à chaque instant de ses piratoires. Combiné avec les bases et la chaux, il forme une grande partie du globe, et rentre pour une forte is la composition du sol arable. L'a- que est un gaz plus pesant que l'air, ur spécifique = 1,5245) éteignant la phyxiant avec spasmes les animaux, i la lumière par les plantes herbacées milent le carbone et en exhalent l'oxy- ay était parvenu à le liquéfier à la de 0 et sous la pression de 40 atmo- lorier vient de l'obtenir cristallisé, en par l'acide sulfurique, dans des vases clos et tenus à une basse température. la plus haute température possible, ompose à la chaleur rouge, par l'hy- eau et oxyde de carbone, et, par le oxyde de carbone. L'eau en dissout à volume à la température ordinaire ; pression, on peut imprégner l'eau et d'une quantité indéfinie de ce gaz, go avec explosion et avec efferves- que cesse la compression, et cela en lèvement de la température. Il forme x, la baryte, la magnésie, le fer, le , des sels insolubles ; avec la potasse, ., des sels solubles, et avec l'ammo- l volatil. On l'obtient en traitant les fixes par l'acide sulfurique ou tout ou bien par la combustion des sub- minisées, et principalement par celle il forme un des principaux produits.

**DE OXALIQUE.** — Se combinant en sels en sels solubles et volatils, avec les que l'acide carbonique, on le trouve s poils de la capsule du pois chiche (*inum*), et quelquefois cristallisé sur e certains bolets, entre autres sur *letus sulfureus* ; combiné avec la d'oseille ou *oxalate acide*), dans le *osella* et l'*oxalis acetosella* ; avec la une foule de végétaux, et alors à he ou avec des caractères de cristalli- nous étudierons plus spécialement ième classe du système.

3995. L'acide oxalique est soluble dans 10 parties d'eau à la température ordinaire, et dans 4 à 5 parties d'alcool bouillant ; il cristallise facilement en prismes à quatre pans tronqués sur les arêtes, et terminés par une pyramide tronquée ; ses cristaux décrépitent en se dissolvant dans l'eau ; ils renferment 16,58 pour 100 d'eau qu'ils perdent en s'effleurissant à l'air. Soumis à l'action du feu dans une cornue, il fond d'abord dans son eau de cristallisation, s'épaissit ; et à la température de 115°, il se partage en deux portions dont l'une se vaporise, et l'autre vient cristalliser au col de la cornue. La partie qui se vaporise est composée d'eau, de gaz oxyde de carbone, et de gaz acide carbonique. Si on fait passer l'acide oxalique dans un tube rouge, sa décomposition est totale et s'opère sans dépôt de charbon. Dissous dans 40 fois son poids d'acide sulfurique concentré, il se transforme en un mélange de parties égales d'acide carbonique et d'oxyde de carbone (3986). Sa tendance à s'unir à la chaux est telle, qu'il l'enlève même à l'acide sulfurique dans les sulfates ; aussi se sert-on de l'oxalate d'ammoniaque pour découvrir des traces de chaux dans un liquide.

3996. On le prépare, 1° en faisant réagir 5 parties d'acide nitrique sur une partie de fécule, de sucre ou autre substance végétale (3105) ; il se produit en même temps de l'eau, de l'acide carbonique, de l'azote, du deutoxyde d'azote, de l'acide nitreux, de l'acide acétique, de l'acide malique et de l'acide oxalique qui cristallise par le refroidissement ; 2° en décomposant à chaud l'oxalate de baryte par l'acide sulfurique étendu de 5 fois son poids d'eau, filtrant et évaporant le liquide qui renferme l'acide oxalique libre ; 3° en décomposant le sel d'oseille (oxalate acide de potasse) par l'acétate de plomb, dans 25 à 30 fois son poids d'eau, lavant le dépôt d'oxalate de plomb, le traitant dans une capsule par la moitié de son poids d'acide sulfurique concentré, étendu de 4 à 5 fois son poids d'eau, et puis élevant la température jusqu'à l'ébullition. L'acide sulfurique s'unit au plomb en un sel insoluble et dégage l'acide qui reste dissous dans l'eau. On le purifie de l'acide sulfurique par la litharge en poudre, puis de la litharge par un courant d'hydrogène sulfuré ; on filtre, et par une suffisante évaporation, on obtient l'acide cristallisé.

3997. Il n'est rien, dans tous ces caractères, qui se trouve en opposition avec la manière dont nous avons considéré l'origine de l'acide oxalique. Au contraire, la décomposition de cet acide par le feu prête à l'hypothèse les caractères d'un fait

positif, et l'acide oxalique peut être considéré comme une combinaison intime de deux parties d'acide carbonique, et une partie d'oxyde de carbone, qui, ainsi que l'eau de cristallisation, suffit pour prêter à l'acide carbonique une fixité et des caractères *sui generis*.

3998. ACIDE CROCONIQUE. — Acide formé dans le laboratoire par la calcination du carbonate de potasse et du charbon, ou par l'action du potassium sur l'oxyde de carbone. Or la potasse a une telle affinité pour le carbone, qu'elle se carbonate, aux dépens de la première venue des substances organiques. L'analogie indique suffisamment que le croconate de potasse, ainsi dénommé par Gmelin, n'est qu'un carbonate de potasse combiné à l'oxyde de carbone, et un peu d'huile empyreumatique qui le joint, son analyse élémentaire a présenté 48,86 de carbone et 51,14 d'oxygène. L'acide croconique s'extrait en traitant le croconate de potasse par l'acide sulfurique et par l'alcool. Il est grenu, cristallin, pulverulent, jaunâtre. Mais il demande une nouvelle étude, qui permette d'établir que cet acide n'est pas un de ces composés analogues à l'acide mucique (5105), un oxalate acide. Nous sommes presque sûr d'avance qu'on trouvera quelque chose de semblable. Nous en dirons autant de l'acide mellitique, que l'on n'a trouvé jusqu'à présent que combiné à l'alumine, dans les couches de bois fossile de la Thuringe et de la Suisse.

3999. ACIDE ACÉTIQUE. — L'acide acétique est l'acide le plus répandu, à l'état libre ou combiné, dans la nature organisée. On le trouve libre, dans certains séves (5420), dans les produits de la sueur; il se dégage de la fermentation, dès que le gluten réagit sur l'alcool. On se le procure en grand, soit en distillant le vinaigre ou le vin aigri, soit en purifiant l'acide pyroligneux, soit en décomposant l'acétate de cuivre par le feu, soit en décomposant les acétates par l'acide sulfurique. Pour purifier l'acide pyroligneux qui est un mélange d'acide acétique et d'huile empyreumatique, on traite le liquide par la craie, puis par le sulfate de soude, et puis l'acétate de soude cristallisé par l'acide sulfurique; l'huile empyreumatique est entraînée par le précipité d'acétate de chaux qui se rassemble en écume dans le premier moment; on obtient ensuite l'acide acétique rectifié par la distillation. Lorsqu'on extrait l'acide acétique de l'acétate de cuivre, tout s'altère si l'on pousse trop le feu; une grande partie s'altère même

lorsqu'on ne chauffe que légèrement, avec l'acide acétique, de l'eau, du carbure de carbone, ou une petite quantité d'esprit de vin. Dans tous les cas l'acide acétique dégage une certaine quantité d'acétate, et que la puissance de la vapeur des corps volatils dans le récipient.

4000. L'acide acétique reçoit autrefois sous le nom d'acide moins oxygéné que l'acide acétique est incolore, piquante, d'une saveur fort piquante, dissolvant fortement le tourteau de lin, sa densité spécifique est de 1,065 à 15°,62, cristallisant à -11°, fond difficilement à 32°,5. C'est dans le rapport de 100 à 132 de pesanteur spécifique, à plusieurs degrés au-dessous, augmente avec les proportions de l'instant du mélange, il y a de calorique, il se combine toujours solubles, mais tantôt déliquescents. On a en inexplicable, et en opposition connue de l'affinité, en ce qui concentre ne rougit pas le papier, combine pas avec les bases. Conséquence inévitable des réactions chimiques, qui n'ont lieu que dans les cristaux ne se combinent pas, fait les dissoudre: il en est qui en sont arrivés à ce point qu'on est autorisé à les considérer comme hydres. Placez le papier de tournesol acide de potasse et vous n'avez pas la moindre réaction. Une graisse acide arrivée à sa concentration, quoique liquide, même. Nous avons vu qu'elle n'attaque immédiatement l'intermédiaire de l'eau (908).

4001. Lorsqu'on soumet l'acétate alcalin, il se dégage l'acide acétique, mais une substance incolore, d'une saveur âcre, d'une odeur pénétrante, d'une densité qui ne se congèle pas à -11° sous la pression de 76 centimètres, proportions dans l'eau, l'acide part des huiles essentielles, de la soude, mais peu de soufre et de phos-

sur les alcalis, soit à froid, soit à chaud. Les chimistes nommèrent cette substance *aligineux* ; les nouveaux l'ont nommée (1782) ; sa composition élémentaire a

carb.	Hydrog.	Oxyg.	
1,148	10,453	27,399	(Liebig)
2,440	10,200	27,360	(Dumas!)

tiré la formule atomique  $\equiv \text{C}^6 \text{H}_6 \text{O}$ .  
 moyen de combinaisons de lettres, on a  
 l'acétone pouvait être représentée par  
 l'ion d'acide acétique, moins une pro-  
 portion carbonique; puis par une propor-  
 tion carbonique + 2 proportions de gaz  
 - 1 proportion d'eau; puis par 1 pro-  
 portion acétique, + 1 proportion d'eau.  
 l'a considérée comme un carbonate ou  
 bibasique de bicarbure d'hydrogène  
 l'acide acétique comme un carbonate  
 Bizarreries dont la presse scientifique  
 depuis longtemps justice, si elle  
 condamnée depuis longtemps au rôle  
 de trompette académique, que l'on  
 quand elle rend mal la sonnerie qu'on

mettons au calcul l'une quelconque  
thèses théoriques. Si l'acide pyroli-  
être représenté par une proportion  
onique, une proportion d'eau et deux  
de gaz oléfiant, il faut nécessairement  
inant ensemble 100 parties d'acide  
, 200 de gaz oléfiant, et 100 d'eau,  
vions, à l'analyse élémentaire, les  
mbres que les auteurs ont trouvés  
ns l'analyse de l'acétone.

**vient :**

	Carb.	Oxyg.	Hydr.
ac. carbon. (3903) =	27	73	
. . . . . =		89	11
pléant. . . . =	172		28
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
. . . . 400 =	199	162	39

**livisons par 4 chacun de ces nombres  
e le total à 100, nous aurons :**

ne.	Oxygène.	Hydrogène.
	162	39
19,75	$\frac{\text{---}}{4} = 40,50$	$\frac{\text{---}}{4} = 9,75$

is servi de nombres ronds et sans fraction (257),  
le calcul et de rendre les rapports plus sail-  
lance entre ces nombres et ceux des tables ato-  
MIL. — TOME II.

## Ce qui est loin du compte de l'analyse de l'acétone.

**2º Soient :**

	Carb.	Oxyg.	Hydr.
100 part. d'ac. acét. (5999). =	50	44	6
100 d'eau. . . . . =		89	11
200 de gaz oléant. . . . =	172		28

**Total. . . . . 400 = 222 133 45**  
**Si nous divisons par 4 pour ramener la somme**  
**à 100, nous trouverons :**

<b>Carbone.</b>	<b>Oxygène.</b>	<b>Hydrogène.</b>
<b>222</b>	<b>153</b>	<b>45</b>
<b>— = 55,50</b>	<b>— = 33,25</b>	<b>— = 11,25</b>
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

**Ce qui ne donne pas plus le compte que la première fois (\*).**

4003. On objecterait peut-être qu'on a parlé, non de portions égales, mais de proportions atomistiques et d'équivalents, dans le sens employé pour les combinaisons inorganiques ; nous répondrons d'abord : on ne compose pas des mélanges avec des équivalents obtenus théoriquement, mais avec des proportions réelles et que l'on puisse retrouver expérimentalement, quel que soit le poids ou le volume de la somme totale. Ensuite, en chimie inorganique, une fois qu'on a obtenu la formule atomistique, on se garde bien d'en travailler les signes arbitrairement, de les battre et de les mêler, comme un jeu de cartes, et d'en multiplier les exposants, tantôt par un chiffre et tantôt par un autre. En chimie organique, nos académiciens, perdant de vue les premières règles des équations, se permettent des licences qui mènent droit à l'absurde.

En effet, ils reconnaissent que le poids  $P$ , divisé par la densité  $D$ , égale le volume :  $\frac{P}{D} = V$ ; et dans

la théorie atomistique, le volume égale l'atome ; en sorte que, si l'on obtient par la distillation gazeuse (224) en poids 6,24 d'hydrogène, et qu'on le divise par la densité de son atome théorique, qui est 6,24 , on pourra établir que la substance analysée renferme un atome d'hydrogène,  $\frac{6,24}{6,24} = 1$  ;

**ils marquent 1 H ou H.**

Ensuite, ils se mettent à travailler H pour les besoins de leurs vues théoriques, et ils le font à volonté  $H^3 = 3H$ ,  $H^4 = 4H$ , etc. Après le signe de l'hydrogène, ils travaillent de la sorte celui de

mistiques pouvant être négligée sans inconvénient en cette circonstance.



l'oxygène, puis celui du carbone, en ayant soin, il est vrai, d'employer pour tous les trois le même chiffre multiplicateur. S'ils ont obtenu la formule  $C^{18} H^{16} O_3$ , ils croient conserver les mêmes rapports intrinsèques en changeant les exposants; ainsi, pour eux :  $C^{18} H^{16} O_3 = C^{54} H^{48} O_9 = C^{36} H^{32} O_6$ ; ce qui sans doute est vrai des rapports des exposants entre eux, mais non plus des rapports entre le volume affecté de cet exposant et le poids obtenu par l'expérience. Car autrement il faudrait admettre la formule —  $\frac{P}{D} = V = V_1 = V_2 = V_3 = V_4$

$= V_5$ ; ce qui est absurde en réalité et arbitraire en théorie; et l'arbitraire en théorie est une inconséquence. Car vous admettez, dans une combinaison, l'indivisibilité et l'invariabilité de l'atome; puis vous le scindez, pour ainsi dire, par vos transformations; si, en effet, vous admettez que  $OCH$  soit l'équivalent de  $O^2 C^2 H^2$ , pour avoir le moyen d'obtenir l'équation  $OC^2 + OH^2$ , vous admettez par le fait que, dans le premier cas,  $OCH$  était l'équivalent de  $1/2 OC + 1/2 OH$ ; car enfin l'expérience accuse que dans la nature, et avant toute transformation, la combinaison était composée de  $OCH$  seulement. Et comment ne pas voir d'un seul coup d'œil qu'une combinaison formée de 1 atome de  $O$ , de 1 atome de  $C$  et de 1 atome de  $H$ , diffère du tout au tout d'une combinaison formée de 2 atomes de  $O$ , de 2 atomes de  $C$  et de 2 atomes de  $H$ ; qu'un édifice, par exemple, de 20 colonnes, n'est, en définitive, pas le même qu'un édifice composé de  $20 \times 8$  ou de  $20 \times 7$ , et que chacune de ces combinaisons donnerait une unité d'une configuration et de proportions différentes?

4004. Cependant, pour ne laisser aucune objection sans réponse, cherchons à combiner, pour retrouver les nombres de l'acétone, non plus des portions égales entre elles, comme ci-dessus, mais les proportions théoriques telles qu'on les trouve dans les tables atomistiques. Si l'acétone peut être représentée par une proportion d'acide carbonique + 2 proportions de gaz oléifiant + 1 proportion d'eau, l'analyse élémentaire devra nous fournir, en poids, les nombres suivants de :

	Carb.	Oxyg.	Hyd.
Proportion atomique d'acide carboniq.	38,23	100	
Proportion d'eau.		100	12,48
Proportion de gaz oléifiant $\times 2$	152,88		24,96
Total en poids	191,10	200	37,44 = 123,54
Si l'on veut réduire en 100 la somme totale, on			

trouvera que 100 parties de

Carbone.	Oxygène.
44,59	46,87

ce qui est encore bien loin de la

publiée par Liebig et Damas (4005. Par quelle raison égarance entre le calcul atomistique, entre la division et il doit lui servir de contre-épreuve, pour fixer l'exposant de tout ce qui est fraction, vu qu'ils sont représentés que par des nombres entiers. Le défaut de ces nombres fractionnaires des écarts de calcul d'autant qu'on multiplie les exposants par un

4006. Nous avons donné un aperçu à ces considérations, afin de revenir à l'occasion de chaque fois attaqué en cela que l'absence de la théorie atomistique; nous en avons l'occasion de nous en servir pour la théorie elle-même.

4007. Nous venons de voir que n'est pas; cherchons à déterminer en déterminant ce qu'est la théorie. Nous avons démontré que l'acétique pouvait être représentée par cours à aucune espèce de théorie en poids d'acide carbonique et d'acide essentiellement non oxygénée. On peut faire un pareil mélange, et on obtient un alcali avide d'acide carbonique; soumettons un pareil mélange à l'analyse, on est évident que l'alcali retient l'acide, et ne laissera dégager que l'eau de cristallisation, plus l'acide d'acide inappréciable à l'analyse, mais qui ne laissera pas que de mélanger de nouveaux caractères de solubilité. Cette huile essentielle prendra le nom d'huile ou d'acétone, lorsqu'on en fera l'analyse élémentaire elle obéira que les huiles essentielles ordinaires sera associée à une plus grande à une certaine quantité d'acide; cette quantité diminuera, à mesure que l'on s'élève par la chaux ou le chlorure de calcium, en effet, 500 d'acide oxygénée et 100 d'eau, ou 1/4 et 1/4 de l'autre, nous aurons

Oxyg. Hydr.

$$10 \frac{8+3}{4} = 6,00 \quad \frac{10+3}{4} = 7,50$$

$$\frac{89}{4} = 22,25 \quad \frac{11}{4} = 2,75$$

$$50 \quad 28,25 \quad 10,25 = 100;$$

approchent de ceux de l'analyse  
ant que deux analyses peuvent  
re elles.

et concourt à nous faire consi-  
que, comme un mélange d'acide  
huile essentielle, et l'acétone  
essentielle dégagée par le feu des  
unie à l'eau de cristallisation;  
e cette huile ou acétone varie-  
analyse, selon les circonstances  
un coup de feu trop violent  
d'éliminer une quantité appré-  
onique, en ramenant le carbo-  
n.

MIQUE. — Liquide à basse tempé-  
d'une odeur aigre et piquante,  
, d'une pesanteur spécifique de  
lus grande que celle de l'acide  
nt fortement le tournesol; for-  
es des sels qui diffèrent à peine  
si sont tous solubles. Il diffère,  
ites, de l'acide acétique, en ce  
ulfurique concentré, à la tempé-  
il se convertit en eau et oxyde  
e, chauffé avec le nitrate d'ar-  
, en donnant lieu à de l'eau et à  
que. Mais ces deux caractères  
complets, car il aurait fallu faire  
si reste avec l'acide sulfurique et  
ec le nitrate d'argent. Cet acide  
nature que dans les fourmis,  
ites; mais on l'a recueilli de la  
cide oxalique, et de la décompo-  
hydrocyanique par les acides  
orme encore quand on fait chauf-  
n d'acide tartrique, d'acide citri-  
xyde de manganèse, le bi-oxyde  
on traite une matière organique,  
cre, d'amidon, par un mélange  
l'acide sulfurique et trois parties  
manganèse pulvérisé, et qu'on  
autation après l'effervescence. Sa  
entaire est :

Oxygène. Hydrogène.

4,47 2,65 Berzélius.

4010. Or il n'est aucun de ces caractères qui ne  
puisse se reproduire par une quantité d'acide  
acétique dépouillé d'une quantité de son huile  
essentielle empyreumatique, ou par la combinai-  
son de l'acide carbonique avec une moins grande  
quantité de carbure d'hydrogène que dans l'acide  
acétique. Pour reproduire l'analyse, mêlons en-  
semble 10 parties d'acide carbonique et 1 seule-  
ment d'huile essentielle pure d'oxygène, nous  
aurons à l'analyse élémentaire :

	Carb.	Oxyg.	Hyd.
10 acide carb.	270	730	
1 carb. d'hyd.	87		13
	$\frac{857}{11} = 32,45$	$\frac{730}{11} = 66,36$	$\frac{13}{11} = 1,18$

nombre qui se rapprochent encore plus de l'ana-  
lyse ci-dessus que ne se rapprochent entre elles  
deux analyses de la même substance, exécutées  
par deux auteurs différents.

La pesanteur spécifique de l'acide formique,  
plus grande que celle de l'acide acétique, s'expli-  
que par la prédominance de l'acide carbonique,  
dont la pesanteur spécifique = 1,5245, sur l'huile  
essentielle, dont la pesanteur spécifique dépasse à  
peine 0,997. L'odeur un peu indécise de l'acide  
formique s'explique également par la nature du  
mélange.

4011. ACIDE LACTIQUE. — Nous nous sommes  
occupés assez longuement de la formation de l'acide  
lactique ci-dessus (3375); et ce que nous avons  
dit suffit à établir que ce produit est un mélange  
compliqué d'une substance quelconque, qui existe  
dans l'albumine, soit animale soit végétale, et  
d'acide acétique. Mais la chimie académique a fait  
de grands efforts d'expérience et de calcul, pour  
réhabiliter cet acide sur la liste, et l'acide en  
question n'en a paru que plus compliqué; on l'a  
trouvé différent à l'état sirupeux, à l'état sublimé,  
à l'état de combinaison avec les bases, ce qui  
n'empêche pas qu'on n'admette, comme un acide  
*suif generis*, un corps qui affecte trois caractères  
différents en trois circonstances différentes. —  
cette manière l'acide tartrique jouit du p<sup>r</sup>  
d'avoir trois formules atomiques diff<sup>é</sup>  
liquide il est représenté par C<sup>12</sup> H<sup>12</sup> O<sup>6</sup>,  
il l'est par C<sup>12</sup> H<sup>10</sup> O<sup>5</sup>, et concret, par C<sup>12</sup>  
ce qui, en d'autres endroits du livre, a  
trois acides différents.

Cet acide ne cristallise pas; on ne l'a  
l'état sirupeux extrêmement acide;

dans tous les sucs qui donnent de l'acide acétique et qui renferment de l'albumine animale et végétale (3310), dans le petit-lait, le suc aigri de la betterave (3210), du riz, etc. Quand on le traite par la magnésie, la liqueur sent fortement le vinaigre. Mais ce à quoi s'attachent les chimistes pour en reconnaître la spécialité, c'est qu'il se sublime en partie par la distillation en acide concret cristallisable, soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se précipite en lames rhomboidales d'une blancheur éclatante; comme si, dans un mélange aussi compliqué, l'acide acétique ne pouvait pas entraîner avec lui une substance susceptible de se sublimer au col de la cornue : et comme si le chimiste ne devait pas être suffisamment averti, en voyant que la majeure partie de l'acide se colore dans la cornue, finit par se charbonner, et qu'il se dégage, outre de l'hydrogène libre ou combiné, une grande quantité d'acide acétique étendu d'eau. Nous ne nous arrêterons donc pas davantage à cet acide, puisque nous l'avons reproduit de toutes pièces, en mélangeant de l'albumine et de l'acide acétique (3380).

4013. ACIDE MALIQUE de Schéele, sontrique de Donovan. — Il a été découvert par Schéele dans les fruits, et surtout dans les pommes, les prunes, les baies de sorbier, l'épine-vinette; par Fourcroy dans le pollen du dattier d'Égypte; par Cadet dans le suc des ananas; par Vauquelin, et mêlé aux acides tartrique et citrique, dans la pulpe du tamarin; à l'acide oxalique dans les pois chiches, et à l'état de malate de chaux dans le suc de la joubarbe. On l'obtient aujourd'hui en neutralisant par le carbonate de soude le jus filtré des fruits du sorbier, précipitant l'acide par le nitrate de plomb à l'état de malate de plomb, qui, abandonné à lui-même, semble cristalliser en chou-fleur, en lavant les cristaux qui se trouvent mêlés de cristaux de tartrate et de citrate de chaux, et d'albumine combinée au plomb. On traite le tout par l'acide sulfurique, puis la liqueur par le sulfure de barium. L'acide malique se trouve alors séparé des tartrate et citrate de plomb, de l'albumine et de la matière colorante. On l'obtenait autrefois en saturant le suc par la chaux, évaporant aux trois quarts, lavant avec l'alcool à 45°, décomposant par le nitrate de plomb dans l'eau bouillante, et décomposant le malate de plomb par un courant d'hydrogène sulfuré.

4015. Cet acide cristallise en mamelons indéterminés dans une masse sirupeuse; il est blanc, inodore; sa saveur est celle des acides tartrique

et citrique; il est très-déliquescent, que le convertit promptement en sucre. Il ne trouble ni le nitrate de plomb, d'argent, ni l'eau de chaux ou de potasse; il précipite la dissolution de nitrate de mercure. Soumis à l'action du feu, il se divise en deux portions regardées par les chimistes comme isomériques, qui se vaporisent, l'une à l'état liquide, l'autre sous forme d'aiguilles blanches, qui se dissolvent d'abord sous le nom d'acide pyromalique, qui s'est partagé aujourd'hui en deux noms d'acide maléique et d'acide maléique, tous isomères entre eux, c'est-à-dire ayant la même formule  $C^8 H^4 O_4$ , déduite de la formule suivante :

	Carbone.	Oxygène.
Acide malique	41,84	54,76
Acide maléique	41,84	54,76
Acide exposé à une temp. de 160 à 170°	49,45	48,85

L'acide maléique ne trouble pas l'eau, mais celle de baryte; il ne reste point dans l'eau, mais, pour me servir de l'expression des chimistes, il grimpe à de grandes hauteurs des parois des vases; il ne précipite pas l'argent; mais l'acide paramaléique, le dernier sel en flocons blancs, qu'on obtient par le nitrique fait disparaître, et qui ne reste qu'à l'air.

4014. Ce sont là, réduits à ce qui est essentiel, les caractères que les chimistes ont assignés à ces trois acides, d'origine et de même composition. À l'époque où je rédigeais le premier ouvrage, Dubrunfaut me fit passer à la distillerie de féculle de pommes de terre, lequel il me fut impossible de reconnaître qu'un acide qui s'expliquait à nos yeux par un mélange de gluten, d'acide et de chaux, mélange déliquescent, qu'on apercevait cependant des parties cristallines. Je le reproduis ses caractères, en associant de tous les éléments que je soupçonnais dans ce mélange a été décrit ensuite par Dubrunfaut comme renfermant un malate de chaux, n'est certainement qu'un malate de chaux, modifié par le gluten, et dans ces circonstances, par son association avec l'acide maléique; et l'acide malique n'est certainement autre chose qu'une combinaison de l'acide acétique et oxalique et d'albumine.

comparer un semblable mélange varié de matières dans ses proportions, ne man- l'obtenir des résultats analogues.

En effet, sans tant compliquer le mélange, en prenant seulement parties égales d'acide d'acide oxalique, l'analyse élémentaire sera :

	Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.	
acétiq.	50	44	6	Gay-Lussac.
oxaliqu.	34	66		Berzélius.
	—	—	—	
	84	110	6	
=	—=42	—=55	—=3;	
	2	2	2	

Presque identiques avec ceux de Liebig, prime sans fractions. Or ce mélange, principes ci-dessus (3985), nous pour- considérer comme composé d'acide carbo- oxyde de carbone=acide oxalique, et onique et huile essentielle=acide acéti- reil mélange ne saurait fournir que des scents et cristalliser que d'une manière la distillation il se partagera non pas en : seulement, les prétentions des chimis- se sujet trop modestes ; mais en autant e le coup de feu variera en intensité, et sera extrait de tel ou tel suc et par tel ou , enfin, combiné avec telle ou telle base ; l'acide oxalique se sublimant de con- icétole (4001), dans l'autre avec l'acide hydre, et cela en proportions variables que ce produit soit ensuite un acide contre les parois du vase, c'est là un ui convient à mille autres substances avec un acide ; nous en avons vu de iontaient, par la capillarité, jusqu'à centimètres au-dessus de la surface du mélange acide ne troublera pas le ni- omb, ni le nitrate d'argent, ni l'eau de e baryte, parce que l'acide acétique a de dissoudre toutes ces bases et de er sa solubilité à tous les acides qui précipitent, pourvu que les deux aci- é associés avant de s'être combinés en m de leur côté. L'acide nitrique con- blange en un acide homogène, en acide ux dépens de l'acide acétique et de la lbumineuse qui leur est mélangée. étions-nous au caractère distinctif de amaléique, qui est de précipiter le gent en flocons blancs que l'acide ni- sout. L'acide paramaléique est le moins : trois et le plus riche en acide oxali- ci précipite l'argent en flocons blancs.

Mais ce précipité pourrait être assez souvent pro- duit par la présence d'une certaine quantité d'acide hydrochlorique, sans que, dans le cas qui nous occupe, il devint violâtre au contact de l'air. En effet pour qu'un précipité d'hydrochlorate d'argent puisse devenir violâtre au contact de l'air, il faut qu'il ne soit pas privé de ce contact ; dans le vide le précipité d'argent reste blanc. Or, lorsque ce précipité a lieu par un mélange d'acide hydrochlorique et d'une substance oléagineuse, le contact de l'hydrochlorate d'argent sera nécessaire- ment supprimé par la couche oléagineuse dont les flocons seront revêtus et imprégnés ; les flocons se présenteront au contact de l'air comme vernis et imperméables à l'air ; ces flocons resteront donc blancs. Mélez de l'acide hydrochlorique à l'huile, dissolvez dans l'eau, et puis essayez de précipiter par le nitrate d'argent, vous attendrez en vain la réaction caractéristique de l'hydrochlorate d'ar- gent. Nous aurons plus d'une occasion d'invoquer cette considération.

4017. ACIDES TARTRIQUE, PARATARTRIQUE, PY- ROTARTRIQUE. — L'acide tartrique, isolé pour la première fois par Schéele, se rencontre libre dans le tamarin, dans le raisin acide ; associé au bi- tartrate de potasse, et à l'état de tartrate de chaux, d'albumine et de potasse, dans une foule de sucs. Il cristallise en général en prismes hexaédriques dont les faces sont parallèles deux à deux, mais cristallise difficilement ; trituré il s'épaissit. Il précipite, lorsqu'il est en excès, la soude, l'am- moniaque, la potasse, en *bitartrates* presque insolubles (pl. 8, fig. 13 et 14) ; sans être en excès il précipite la chaux, la baryte, la strontiane, l'acétate de plomb, en sels qui se dissolvent dans un excès d'acide ; il se convertit, par l'action de la chaleur, en eau, en acide acétique, en gaz oxyde de carbone et hydrogène carboné, un peu d'huile empyreumatique, et enfin en acide *pyro- tartrique* ou acide sublimé, qui cristallise en aiguilles fines et entrelacées, qui se volatilise en- suite en se décomposant peu, ne trouble plus les eaux de chaux, de baryte, de strontiane, forme avec le peroxyde de fer un précipité jauné cha- mois, soluble dans environ 200 fois son poids d'eau ; avec le sulfate de cuivre un précipité vert ; avec le nitrate de mercure un précipité blanc ; avec l'acétate neutre de plomb un précipité blanc qui n'apparaît qu'au bout de quelques heures. On prépare l'acide tartrique en grand, en transfor- mant le bitartrate de potasse (*crème de tartre*) pulvérisé, en tartrate de chaux, par la craie et le

chlorure de chaux, et en éliminant ensuite la chaux par l'acide sulfurique. On obtient l'acide *pyrotartrique* en distillant l'acide tartrique dans une cornue de verre que l'on maintient à la température de 250 à 300°; on distille ensuite le produit pyrogéné jusqu'à ce que ce qui reste dans la cornue ait pris une consistance sirupeuse; on expose l'extract à un froid-très-vif; et l'acide se prend en cristaux, que l'on purifie par l'expression avec le papier joseph. Outre ces deux acides on croit en avoir trouvé un troisième dans quelques vins des Vosges: c'est l'acide *racémique* ou paratartrique, isomère avec l'acide tartrique, et qui s'obtient, en saturant certains vins par le carbonate de soude et de potasse. Le paratartrate prétendu reste dans l'eau mère.

4018. Or l'acide paratartrique offre avec l'acide oxalique les plus grands rapports par ses combinaisons salines; il se trouve partout où se forme de l'acide acétique; tous ses caractères s'expliquent, sans parler des bases, avec lesquelles il peut rester combiné à l'insu du chimiste, en le supposant un mélange, dans lequel l'acide oxalique entrerait pour une proportion plus considérable que dans l'acide malique. En effet, soit un mélange de deux portions d'acide oxalique anhydre et d'une portion seulement d'acide acétique, nous trouverons à l'analyse élémentaire :

	Carb.	Oxyg.	Hydrog.
2 acide oxalique. . .	68	132	Hydrogène.
1 acide acétique. . .	47	47	6 Id.
	115	179	6
Total divisé par 3 =	38,33	59,66	2
	3	3	3

nombre presque identiques avec ceux de l'acide tartrique, d'après Berzéllus, à l'exception de l'hydrogène qui est double dans l'analyse de ce chimiste, différence qui s'explique par une addition d'eau, et qui du reste se présente souvent entre les analyses de la même substance.

4019. A la distillation un pareil mélange devra nécessairement fournir un mélange de tout ce qui se dégage, à la distillation, de chacun des deux acides en particulier. On aura de l'eau de cristallisation, de l'acide acétique libre, de l'huile essentielle libre et de l'acide carbonique libre, dont la réunion formerait l'acide acétique; de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène carbone, forme nouvelle de l'huile essentielle empyreumatique; et tout cela en proportions variables, selon les variations du coup de feu, les unes de ces substances étant plus volatiles que les autres à telle ou telle température. En effet supposons un mélange

de deux portions d'acide carbonique et d'une portion d'hydrogène carbone, nous trouverons l'analyse élémentaire de l'acide :

Acide	Carb.
carbon. × 2.	84
Carburé d'hyd.	87
	141
Tot. div. par 3 =	47,00
	3

La différence entre l'hypothèse et tout à fait à négliger; elle est de différences analytiques.

Quant à l'acide nommé parata à nos yeux qu'un mélange d'acide gluten, qu'un analogue de l'acide mineux (*acide lactique*). Il se présente de concevoir pourquoi l'acide tartrique ne trouble pas les carbonates, etc., comme le fait l'acide tartrique—acide oxalique; et l'acide pyrotartrique = et hydrogène carbone, ou acide oléagineux que l'acide acétique encore plus facile de concevoir l'acide se dégage de l'acide tartrique considéré comme une combinaison d'oxyde de carbone (acide carbonique) et d'acide carbonique (acide acétique) de l'autre, plus volatile. A la distillation l'huile est moins volatile que l'acide carbonique plus ou moins vite que l'acide arrivera au col de la cornue avec moins de cette substance; mais pas deux fois peut-être ce produit mêmes caractères et les mêmes

4020. ACIDE CITRIQUE. — Nous produirons l'analyse élémentaire de l'acide citrique par un mélange de deux carboniques et une d'huile essentielle. Si nous procédons de la même manière nous trouverons que l'acide citrique par un mélange de trois portions d'acide carbonique et d'une d'huile essentielle

	Carb.	Oxyg.
3 acide carbon.	81	219
1 huile essent.	87	
	168	219
Tot. div. par 4 =	42,00	
	4	4



ument identique avec celle de l'acide r Berzélius... 41,40 54,96 3,64 rocitrique n'offre pas des nombres e manière essentielle.

ide citrique existe à l'état libre dans et on le trouve encore dans une foule l'extract par la craie, puis en décom- ate de chaux, par l'acide sulfurique, la chaux; l'acide citrique reste nêlé à une certaine quantité d'acide ont on le débarrasse dans les labora- ant par le plomb qui précipite l'acide uis le plomb du citrate par un cou- ène sulfuré. L'acide citrique cristal- es rhomboïdaux inaltérables à l'air; i concentrée il précipite la chaux, la ontiane, l'acétate de plomb, mais de chaux, ni les nitrates de plomb et ni la potasse (4017). Du reste dans ions il présente les anomalies les es, même d'après les auteurs classi- n'aura rien d'étonnant aux yeux de ont médité les principes de la nou-

ES MÉCONIQUE, PARAMÉCONIQUE, MÉ- — Derosne avait signalé, dans le a présence d'un acide qui lui parais- e acéteux. Sertuerner ayant remar- qu'il était susceptible de se sublimer, nom d'acide *méconique*. Robiquet étude de cet acide une plus grande acide s'obtient en traitant l'infusion du chlorure de calcium en petit écipite le prétendu acide à l'état de ompagné de sulfate de chaux; on à l'alcool le précipité; on le délaye artie dans 10 parties d'eau à la tem-

pérature de 90°, et on y ajoute de l'acide hydro- chlorique, pour dissoudre le méconate qui s'en précipite par le refroidissement. On soumet les cristaux à la presse, on les dissout dans une suffi- sante quantité d'eau à 90°, aiguisée de 50 gram- mes d'acide hydrochlorique pur, et on maintient la liqueur à cette température avec grand soin. Par le refroidissement l'acide méconique se pré- cipite en belles écailles micacées, blanches, trans- parentes, inaltérables à l'air, très-peu solubles dans l'eau froide, solubles dans environ quatre fois d'eau bouillante, mais *en se décomposant en acide métaméconique et carbonique*. Cet acide est très-peu acide. Il *forme*, avec les sels de fer, une liqueur rouge intense; il précipite le nitrate d'argent en paillettes blanches, cristalli- nes, solubles dans l'acide nitrique, mais ne chan- geant pas de couleur au contact de l'air. Sa com- position élémentaire est, d'après Liebig :

Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
42,460	55,561	1,979.

Or il suffit de réfléchir sur la préparation, pour concevoir que tout n'est pas acide dans cet acide, et qu'il doit s'y trouver une certaine quantité d'un sel calcaire, plus un peu d'acide hydrochlo- rique. La faible solubilité de cet acide qui le rap- proche du prétendu acide mucique, nous permet d'en assimiler l'histoire à celle de celui-ci. Ne serait-ce pas un mélange d'acide acétique, d'acide oxalique, d'oxalate de chaux, d'acide hydrochlo- rique et d'acide carbonique? L'acide oxalique précipite l'argent en sel insoluble et cristallin; l'acide acétique aiguisé de l'acide hydrochlorique produit des sels d'un rouge intense avec le fer; et ce qu'il y a de plus piquant c'est qu'en associant parties égales en poids d'acide acétique et d'acide oxalique, on obtient l'analyse élémentaire presque exactement la même que celle de cet acide.

	Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
e acétique. . . . .	50,224	44,147	5,629 Gay-Lussac.
e oxalique anhydre. . . . .	33,760	66,240	Berzélius.
	<hr/> 83,984	<hr/> 110,387	<hr/> 5,629
Total. . . . .	<hr/> = 41,992	<hr/> = 55,1935	<hr/> = 2,8145
	2	2	2

avons dit qu'en exposant à une lus élevée dans l'eau, l'acide méco- ent un acide que Robiquet propose e métaméconique. Il se dégage en d'après l'auteur, de l'acide carbo- de en devient moins soluble dans sapide que l'acide méconique. C'est

encore précisément ce qui a lieu, quand on cher- che à faire redissoudre l'acide mucique dans l'eau bouillante (3105); l'acide devient à chaque fois moins soluble : c'est un sel calcaire devenu moins acide. Enfin par la voie sèche et en soumettant les cristaux d'acide méconique à une température de 260 à 280°, ils se décomposent en acide carbo-

nique, en huile empyreumatique, en eau et en acide sublimé, auquel on a donné le nom d'acide *pyroméconique*, qui est beaucoup plus soluble dans l'eau et dans l'alcool que l'acide méconique et surtout que l'acide métaméconique; car cet acide sublimé n'est plus combiné à aucune base calcaire. Le mélange d'huile essentielle, d'acide carbonique (acide acétique) et d'acide oxalique, dont nous venons de parler, donnerait également un acide sublimé, qui ne manquerait pas d'offrir les caractères de l'acide *pyroméconique*. L'oxalate acide de chaux (acide mucique) (3105) donne aussi un acide *pyromucoïque*, dont la composition élémentaire est exactement celle de l'acide méconique et pyroméconique.

4024. ACIDES QUINIQUE ET PYROQUINIQUE. — Par son analyse élémentaire, par sa solubilité, par sa transformation au feu, cet acide nous paraît un mélange organique dans lequel domine l'acide acétique. On l'a trouvé dans le quinquina uni à la chaux. On l'obtient en précipitant par la chaux le quinate de chaux, en dissolvant le précipité par l'acide sulfurique étendu d'eau, évaporant et faisant cristalliser, redissolvant dans l'eau le quinate de chaux, précipitant par le sous-acétate de plomb en quinate de plomb, qu'on lave, qu'on délaye dans une quantité d'eau convenable, et qu'on décompose par un courant de gaz hydrogène sulfuré; procédé ordinaire pour extraire tous ces acides. L'emploi du sous-acétate de plomb, dans un mélange cristallisé d'acides et de substances *organisatrices* (5097), est dans le cas de faire naître autant d'acides que l'on étudiera de sucra divers. Le sous-acétate de plomb, en effet, précipite les gommes, le sucre, les huiles et l'albumine, mais ce précipité enveloppe en même temps de l'acétate; lorsque vous traiterez le précipité, si bien lavé qu'il soit, par l'hydrogène sulfuré, vous dégagerez en même temps et l'albumine ou le sucre, et l'acide acétique, que vous pourrez prendre à votre gré pour un acide nouveau: vous aurez l'acide lactique, en vous souvenant que c'est sur du lait que vous avez opéré; l'acide quinique au contraire, en vous souvenant que c'est sur le suc de quinquina.

4025. TANIN OU ACIDE TANNIQUE. — Le tanin s'extraît, dans les laboratoires, de la noix de galle, de l'écorce de chêne, qui, pulvérisée, prend le nom de *tan*, de l'écorce de quinquina, du *cachou* (extrait du *mimosa catechu*), de la gomme kino, de l'écorce de sumac, et de toutes

les écorces qui ont fait leur temps, celles qui ont, à l'état de vie, des cellules cellulaires (3352) résineuses. Nous dans la première édition de cet ouvrage, cette prétendue substance immédiate, association d'un acide et d'une essence, plus des substances variables, pègnent les résines dans les sévres, qu'en conséquence le tanin varie selon les procédés d'extraction, et selon les végétales d'où on cherchera à l'extraire. La chimie académique s'est mise à l'œuvre pour maintenir en son lieu et place celle dont la description forme un chapitre des livres classiques. Un instant on a trouvé; l'acide tannique était un acide aussi pure que la plus pure des acides catalogues. La presse avait annoncé un succès vertueux, mais ce succès n'a duré que longtemps; un académicien vint de l'étranger sur la découverte d'un académicien de deux forces contraires se détruisant, nous nous sommes nécessairement revenus au point où nous trouvions auparavant; ce qui prouve que les traités classiques d'enseignement favorable, comme si elle n'avait pas été contradictoire; il n'est pas universel, savoir au public et aux élèves qu'il d'accord dans le sanctuaire, sur les choses qui s'y rendent chaque jour. Pour nous avons juré de rester profane, nous nous refusons à ne pas ajouter la moindre foi de la science officielle.

4026. A l'époque de la publication de la première édition, on croyait obtenir l'état de pureté, en versant de l'acide affaibli à plusieurs reprises sur l'infusé de noix de galle; on filtrait chaque fois à la dernière fois on employait de l'acide concentré. On obtenait une liqueur on précipitait l'acide par le carbonate de soude, on filtrait de nouveau, on évaporait dans le vide, le liquide jaunâtre; on traitait le tanin pur du tanin altéré, au moyen qu'on faisait évaporer. Un pareil procédé n'est pas capable, il faut en convenir, de donner une substance résineuse de son acidité.

4027. Depuis on en est revenu au point de départ pour obtenir ce qu'on désigne d'acide tannique. Soit l'allonge à l'appareil de déplacement (155); on met une mèche de coton dans la douille, et on fait la noix de galle réduite en poudre fine

gèrement, de manière qu'elle occupe la capacité de l'allonge; on achève le vase avec de l'éther sulfurique du on replace l'allonge sur sa carafe, on pareil et on l'abandonne à lui-même. On trouve, dans la carafe, un li- en deux couches bien distinctes, très-légère et très-fluide, occupe la ieure, et l'autre, beaucoup plus leur légèrement ambrée, d'un aspect ste au fond du vase. On ne cesse la sorte la poudre de noix de galle éther; quand on s'aperçoit que le uide dense n'augmente plus, on verse uides dans un entonnoir, dont on bouché avec le doigt. On attend ants, et lorsque les deux couches se s, on laisse tomber la plus pesante ule, et l'on met l'autre de côté, pour en retirer l'éther qui en constitue la ie. On lave à plusieurs reprises le avec de l'éther sulfurique pur, et on le dans une étuve ou sous le réceptent e pneumatique. Il se dégage d'abon- s et un peu d'eau; la matière aug- éramment de volume, et laisse un eux comme cristallin, très-brillant, icolore, mais le plus souvent d'une ment jaunâtre. Ce produit est consi- u tanin pur, dont la noix de galle 40 à 45 centièmes de son poids. Ce e moins, il est vrai, la substance; nsuit pas que l'on soit en droit de produit comme une substance im- ne résine imprégnée d'un acide ne it pas autrement. Sa composition st exactement celle que donnerait e deux parties d'acide oxalique et d'huile essentielle non oxygénée. l :

Carbone. Oxygène. Hydrogène.  
ue

. 66	134	
it. 87		13
—	—	—
153	134	13
—=51	—=44,66	—=4,33
3	3	3

51,56 44,24 4,20

que l'acide tannique, un pareil

— TOME II.

mélange précipiterait en blanc par les acides sul- furique, nitrique, phosphorique, arsénique, etc., formerait un sel insoluble par l'albumine, ferait effervescence avec les carbonates alcalins, don- nerait, selon les mélanges, diverses colorations avec le peroxyde de fer et les divers sels métalli- ques, et précipiterait la gélatine en un composé insoluble dans l'eau, et formant, avec le carbonate et le phosphate calcaire des os, un oxalate calcaire qui s'envelopperait de la substance gélatineuse.

4028. Le *tan* sert à préparer le cuir pour les usages économiques, en le rendant moins souple et moins corruptible. On commence par traiter les peaux fraîches par une eau de chaux, qui fait que les poils et l'épiderme s'enlèvent plus faci- lement; après cette opération, on plonge les peaux dans des fosses pleines d'eau, en séparant chaque couche de peaux par une couche de tan. Dans d'autres endroits, on a reconnu que l'opération marchait plus vite, en faisant des espèces d'outres avec les peaux, les remplissant de tan, et les plon- geant, sous cette forme, dans les fosses pleines à leur tour d'eau et de tan. La théorie de cette opé- ration est facile à concevoir, en admettant que le tanin soit un mélange de résine et d'un acide quelconque. L'acide donne à la résine la propriété de se dissoudre dans l'eau, et de pénétrer dans tous les tissus où ce menstrue pénètre. L'ablation de l'épiderme et des poils enlève le principal obstacle à l'introduction du liquide saturé de ta- nin, et lui ouvre tous les interstices cellulaires. Là, l'acide rencontre, non-seulement les bases incrus- tées sur les parois cellulaires, mais encore la chaux avec laquelle on a traité les peaux. L'acide se sature, la résine se concrète et perd sa solubilité; elle s'applique comme un vernis sur toutes les sur- faces qu'elle touche; elle les rend pour ainsi dire imperméables et imputrescibles; et le cuir *tanné* n'est alors qu'un cuir imprégné de résine. Si le *tan* était plus cher, on pourrait employer tout aussi bien au tannage un mélange de résine ordi- naire et d'acide oxalique ou tartrique; on obtien- drait certainement les mêmes résultats.

4029. ACIDES GALLIQUE, ELLAGIQUE, PYROGALLI- QUE ET MÉTAGALLIQUE. — Et la liste n'est pas arrê- tée et close en dernier ressort. La méthode qui a conduit à ces quatre résultats marche par embran- chements dichotomiques; quand elle vous a amené à un acide elle vous a mis sur la voie de deux ou trois autres.

4030. L'acide gallique s'extrait de la noix de galle: « On pensait, jusque dans ces derniers

temps, dit Thénard, ou plutôt le rédacteur de la sixième édition du *Traité de chimie*, que l'acide gallique, découvert par Schéele, existait tout formé dans la noix de galle, d'où on le retire. C'est M. Pelouze qui a fait voir qu'il résulte de l'action de l'oxygène de l'air sur le tanin ou acide tannique. • Thénard est dans l'erreur, car il n'est pas de lyre chimique dans lequel on n'ait constaté que l'acide gallique provient de la décomposition du tanin, et que, pour l'obtenir, il faut abandonner le tanin à l'air. Mais Thénard aurait dû mentionner, à côté de l'opinion de Pelouze, l'opinion diamétralement opposée de Robiquet, opinion également académique, d'après laquelle il résulterait 1° que le tanin ne se transforme pas en entier en acide gallique (ce qui est évident, puisque le tanin est un mélange assez hétérogène), 2° que le tanin n'est pas le plus soluble de tous les corps contenus dans la noix de galle (ce qui nous paraît également évident); 3° que l'acide gallique se dépose également, lorsqu'on tient l'infusion de la noix de galle dans un flacon hermétiquement fermé (ce que nie Chevreul). Mais à l'égard de cette dernière circonstance, il est bon de remarquer que l'infusion de noix de galle peut reprendre, dans ses tissus microscopiques, de l'air atmosphérique, aussitôt après son refroidissement, rien n'absorbant plus l'air que les corps poreux, et, parmi eux, que les tissus organisés. Ensuite la divergence des auteurs pourrait bien venir aussi de ce que les uns ont opéré à la lumière, et les autres après avoir déposé l'infusion à l'obscurité, deux circonstances capables de donner des résultats diamétralement opposés. A la suite de ses objections, Robiquet élevait des doutes sur l'existence du tanin comme corps simple, opinion conforme à tous les principes développés dans la première édition de cet ouvrage. Revenons à l'acide gallique. Schéele l'obtenait en pulvérisant la noix de galle, la laissant infuser trois ou quatre jours avec huit parties d'eau, abandonnant l'infusion dans un vase couvert d'un papier; dans l'espace de deux à trois mois, selon la température, l'eau était entièrement évaporée, la solution était couverte de moisissures et renfermait un précipité cristallin; il exprimait le dépôt dans un linge, le traitait par l'eau bouillante, évaporait doucement, et par le refroidissement il se déposait des cristaux grenus et soyeux d'acide gallique. Dans cet état il est coloré, on le décolore par le charbon, on filtre et on laisse cristalliser. L'acide gallique est styptique, sans odeur; il est soluble dans 100 fois son poids

d'eau froide, et dans une quantité moindre d'eau bouillante; plus soluble dans l'alcool que dans l'eau, peu soluble dans l'éther, si l'air est en contact de l'air, se couvre de moisissures et d'une matière noire. Il produit avec le chaux et la strontiane, des précipités blancs qui se dissolvent dans un excès d'acide, et se redéposent en aiguilles prismatiques qui deviennent verdâtres à l'air, si la baryte est en excès; avec la baryte domine, il ne donne que des sels de protoxyde de fer, mais précipite le peroxyde en bleu foncé, la liqueur se trouble quelques jours et devient verdâtre; l'acide reprend à l'acide gallique tout l'acide gallique. L'acide gallique n'occasionne aucun trouble dans la solution de gélatine.

4051. De l'ensemble des circonstances de la préparation de cet acide, et des propriétés qu'il présente, nous croyons pouvoir conclure que l'acide n'est rien moins qu'un acide simple, nous porte à croire que c'est un sel ammoniacale. Car il est impossible qu'une infusion qui produit des moisissures ne développe de l'ammoniaque. 225, comme on ne saurait le nier, il est évident qu'il n'y ait pas eu combinaison entre l'acide et l'acide. La couleur noire que l'acide à l'air, cette carbonisation qui se développe, indique suffisamment que dans les sucres entre des sucres susceptibles de s'organiser, désorganiser; et les phénomènes de fermentation qui prend l'acide combiné quand on abandonne la combinaison, trop d'analogie avec ce qui se passe dans la matière verte végétale, pour qu'on en droit de soupçonner, dans ce point, la présence d'une substance organique élémentaire, qui n'a jamais la moindre trace d'azote dans la gélatine (4121), aurait mauvaise grâce à contredire l'opinion qu'à l'analyse l'acide gallique est point d'azote; nous ajouterons à l'analyse les sels ammoniacaux qui sont mentionnés organiques, finissent par être détruits quand on abandonne le mélange même que le sel offrait un excès de tanin en ne tenant compte que de la mentaire, telle que nous la donnons dans les classiques, nous pouvons la représenter ensemble 1 partie d'huile d'olive, 2 parties d'oxygène et 3 parties d'acide oxalique, stances qu'il est plus que probable de la noix de galle. En effet,

	Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
essentielle.	87		13
oxalique			
. . .	99	198	
	<hr/> 186	<hr/> 198	<hr/> 13
par 4 =	$\frac{186}{4} = 46,50$	$\frac{198}{4} = 49,50$	$\frac{13}{4} = 3,25$

que nous ne donnons qu'à cause de la ce du chiffre de l'hydrogène avec celui de l'acide gallique, mais qui présente un particulier, que le chiffre hypothétique est celui de l'oxygène dans l'analyse et *vice versa*. S'il n'y a pas erreur dans les obtenus, nous prédisons que l'on obtiendra tard une analyse d'acide, dont les nombres seront exactement ceux que nous venons de donner.

L'acide *ellagique*, du mot *galle* renversé, est en effet encore un produit de la classe de l'acide (3105) : c'est un gallate de chaux plutôt un oxalate acide de chaux. Pour en effet, on traite le dépôt cristallin de galle par l'eau bouillante, qui dissout le gallate et respecte l'acide *ellagique*; on le lave du inattaqué en contact avec une dissolution de potasse très-étendue; on filtre la solution et on l'abandonne au contact de l'air. Il se forme alors un précipité nacré, que les auteurs ont cru exister en dissolution et qui n'y était qu'en suspension. C'est à leurs yeux un précipité de potasse. Ils lavent le précipité, jusqu'à ce qu'il soit de la sorte incolore, versent dessus de l'acide chlorhydrique faible qui enlève la potasse; l'acide *ellagique* se précipite pur, sous forme d'un poudre insipide, d'un blanc un peu rougit à peine le tournesol, à peine soluble dans l'eau bouillante et insoluble dans l'alcool, qui se décompose et se carbonise au fond point à la flamme d'une bougie, avec une sorte de scintillation, exactement comme l'oxalate de chaux. Sa composition a été trouvée par Pelouze :

Carb.	Oxyg.	Hydr.
69	41,83	2,48

D'après l'analyse de l'acide pyrocitrique, l'acide *pyrogallique* s'obtient en soude gallique à une température de 215°; il se décompose en acide carbonique et en acide *pyrogallique*, extrêmement soluble dans l'alcool, moins soluble dans l'éther, dissolvant très-faiblement la teinture de gaïac qui noircit à 250°, ne trouble pas les

eaux de chaux, de baryte, de strontiane, forme avec la soude et l'ammoniaque des sels solubles qui se décomposent à l'air, en produisant une matière rouge, ramène au minimum les sels de fer au *maximum*, en colorant en rouge la dissolution, et dont l'analyse élémentaire est :

Carb.	Oxyg.	Hydr.
57,61	37,09	4,70

nombres qui résulteraient également du mélange de parties égales de

	Carb.	Hydr.	Oxyg.
Huile essent. non-oxygénée. . . .	87		13
Acide carbonique.	27	73	
	<hr/> 114	<hr/> 73	<hr/> 13
	$\frac{114}{2} = 57$	$\frac{73}{2} = 36,50$	$\frac{13}{2} = 6,50$

4034. Enfin l'acide *métagallique* s'obtient en exposant l'acide gallique à une température de 250° à 260°; il se dégage de l'acide carbonique et de l'eau, et il reste dans le fond du vase une poudre noire qui prend le nom d'acide *métagallique*, et qui ne se distingue de l'ulmine qu'en ce qu'elle est insoluble dans l'alcool, lequel, d'après les chimistes, dissout fort bien la première. La composition élémentaire en serait :

Carb.	Hydrog.	Oxyg.
72,86	23,96	3,18

4035. Comment oser encore aujourd'hui classer les produits de la carbonisation et de la désorganisation au nombre des principes organiques? Et qui ne voit que les nombres de l'analyse varieront à l'infini, selon que l'on poussera plus ou moins loin l'exposition au feu (1140)? Quant à l'insolubilité de cette substance dans l'alcool, c'est un caractère dont nous croyons avoir apprécié justement l'absurdité en nous occupant de l'ulmine; la solution de l'ulmine dans l'alcool n'étant qu'une suspension, il est évident que ce caractère dépendra de la pesanteur spécifique du produit carbonisé; un oxalate de chaux à demi carbonisé montera moins facilement en suspension que le noir de fumée.

4036. ACIDES BENZOÏQUE, SUCCINIQUE ET CAMPHORIQUE. — Nous ne nous arrêterons pas longtemps à démontrer que ces acides ne sont qu'un mélange d'acide acétique ou carbonique ou autre et de l'huile essentielle dont ils tirent leur dénomination; cette dénomination découle de tout ce





émanent d'un seul produit azoté qui d'acide radical, quand ils ne sont pas plus ou moins compliqué d'ammonia-rigène carboné, et de l'acide employé ériméntateurs dans les procédés d'ex-e plus grand nombre demande à être ne nouvelle étude, qui tiendra compte e des mélanges organiques, et fera la blanges terreux que l'analyse a oubliés dans les cendres.

**ACIDES HYDROCYANIQUE OU PRUSSIQUE,** et leur radical **CYANOGENE**. — L'acide que ou prussique, ce poison qui frappe et les végétaux comme la foudre, ne ster libre dans la nature organisée, au ne certaine quantité, ce qui est évident; uve l'odeur dans les feuilles de laurier-saveur et l'odeur dans les amandes mande de cerises noires, les amandes, et les fleurs de pêcher, dans quelques jusque dans la gomme arabique, et s la gomme du pays, quand on la traite ydrochlorique ou autres réactifs(5122). ie dans la décomposition violente des organiques fortement ammoniacales; robablement à l'état de combinaison is liquides, et peut-être dans le sang. t ou on l'isole artificiellement, en icyanure de mercure ou le cyanure de l'acide hydrochlorique liquide et légè-rant, ou bien encore le bicyanure de r l'hydrogène sulfuré. On se sert d'une alée à long col courbé à angle droit et dans un flacon entouré de glace. On cyanure en poudre par la tubulure; cide par un tube à trois branches; on ornue avec modération, ou on la tient igée dans l'eau à 50 et 60°; l'acide hy-e se volatilise et vient se condenser on entouré de glace. Lorsqu'on se sert ène sulfuré, on fait passer les vapeurs : horizontal rempli, 1° de carbonate de r dépouiller l'acide hydrocyanique de : sulfuré; et 2° de chlorure de calcium ouiller d'eau. Pour faire parvenir l'hy-furé sur le cyanure de mercure, on mmunication, avec la tubulure de la le renferme, le ballon dans lequel se a contact le sulfure de fer et l'acide tendu d'eau. cide prussique est liquide à la tempé-naire, transparent, incolore, d'une

densité de 0,70585 à + 7°, et celle de sa vapeur est de 0,9476; il rougit légèrement la teinture de tournesol; son odeur forte et pénétrante monte à la tête et donne des étourdissements; très-étendu, il a l'odeur d'amandes amères. Une goutte déposée sur la langue ou sur l'œil d'un chien, le frappe de mort après deux ou trois bâillements; la vapeur même en est mortelle, si on la respire en trop grande quantité. D'après Siméon, Nonat et Persoz, le chlore serait l'antidote de l'acide prussique, et, d'après Murray, l'ammoniaque aussi, si on parvenait à l'administrer sur-le-champ. Cet acide bout à 26,5, se congèle à — 15, se décompose à la pile en hydrogène, qui se porte au pôle négatif, et en cyanogène, qui se porte au pôle positif; il se décompose spontanément à la lumière directe, en moins d'une heure dans des vaisseaux fermés, en moins de quinze jours à la lumière diffuse; il prend alors une couleur d'un brun rougeâtre de plus en plus foncée, et finit par se convertir en masse noire qui exhale une odeur d'ammoniaque. Pour le conserver, il faut le tenir à l'obscurité. Il prend feu sur-le-champ à l'approche d'un corps en combustion; il se combine avec les oxydes métalliques en général. Avec le fer, dans l'eau, il produit du bleu de Prusse, et il dégage de l'hydrogène. On en a opéré l'analyse élémentaire, en faisant passer une égale quantité de vapeurs de cet acide à travers deux tubes incandescents, l'un rempli de limaille de fer, et l'autre de bi-oxyde de cuivre, et recueillant les produits gazeux. Le premier tube a donné un volume d'azote et un volume d'hydrogène, plus du carbone; le second, deux volumes de gaz acide carbonique et un volume d'azote; d'où on a conclu qu'un volume de vapeur d'acide hydrocyanique doit être composé d'un volume de vapeur de carbone, un demi-volume d'azote, et un demi-volume d'hydrogène, ou d'un demi-volume d'hydrogène et un demi-volume de cyanogène. Mais nous avons déjà fait observer que le fer et le cuivre absorbent une quantité considérable d'azote et peut-être d'hydrogène; en sorte que cette seule considération suffit pour inspirer des doutes sur l'exactitude de cette détermination.

4045. L'acide cyanique n'existe pas plus dans la nature que l'acide *hydrocyanique*. Il se produit lorsqu'on calcine un cyanure métallique avec le nitrate de potasse, et surtout avec le protoxyde de manganèse; en chauffant la potasse dans le cyanogène; en dissolvant le cyanogène dans une dissolution de potasse ou de soude; en traitant le chlorure de cyanogène par les alcalis, en décom-

posant par le feu l'urée pure et sèche. Dans les quatre premiers procédés, il se forme un cyanate. On le dégage en chauffant le vase distillatoire jusqu'au rouge, et ayant soin d'entourer de glace le récipient. L'acide se condense hydraté en un liquide incolore très-fluide, très-volatil, d'une odeur piquante qui affecte les yeux. La moindre goutte déposée sur la peau y produit une ampoule. Il rougit le papier de tournesol; il se décompose en quelques minutes en refroidissant; il se trouble, devient laiteux, bout en s'échauffant spontanément et fortement, s'épaissit, et produit dans la masse des explosions telles, que la matière est projetée de tous côtés, et que le vase semble sur le point de se briser en mille pièces. L'alcool absolu s'échauffe par la vapeur d'acide cyanique, entre en ébullition sans laisser dégager aucun gaz permanent, se trouble, et dépose une quantité considérable de cristaux, qui sont composés d'acide cyanique, d'eau et d'alcool. Il se compose, d'après Wœhler, de 35,29 de carbone, de 41,18 d'azote, et de 23,53 d'oxygène.

4046. Le cyanogène se dégage lorsqu'on chauffe convenablement le cyanure de mercure bien sec dans une cornue ou dans un tube fermé par un bout. Le cyanure commence à noircir, il paraît se fondre comme une matière animale, et il se transforme alors en cyanogène, qui se dégage abondamment, et en mercure, qui se volatilise. Il se sublime aussi du cyanure; il se dégage de l'azote, et il reste dans la cornue un carbure mercuriel, lequel se décompose, à une température élevée, en mercure et en noir de fumée. Si le cyanure employé était humide, on obtiendrait, au lieu de cyanogène, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, et beaucoup de vapeurs d'acide hydrocyanique. Le cyanogène est formé de 1 volume d'azote, et de 1 volume de carbone, d'après ceux qui font le carbone = 76,43, et de deux volumes de carbone d'après les autres. Il est gazeux, inflammable, d'une odeur vive et pénétrante, d'une densité de 1,8064, rougissant sensiblement la teinture de tournesol, qui reprend sa couleur lorsqu'on le chauffe, vu que le gaz se dégage mêlé à de l'acide carbonique. Il résiste à un degré de chaleur élevé; il ne s'unit à l'oxygène et à l'hydrogène qu'à l'état de gaz naissant, et produit alors avec l'un de l'acide cyanique, et avec l'autre de l'acide hydrocyanique. Il se combine avec une partie et demie d'hydrogène sulfuré en une substance jaune qui cristallise en aiguilles fines; il se combine dans les mêmes proportions avec l'ammoniaque. Le mélange diminue considérable-

ment de volume, et les parois du tube ou mélange se couvrent d'une matière solide. Avec l'ammoniaque liquide, il se combine avec l'urée, de l'oxalate d'ammoniaque, et le cyanate d'ammoniaque, et une grande quantité de matière charbonneuse. Ainsi, d'après Berzelius, l'urée, cette substance dans nos catalogues, doit être rangée parmi les sels; c'est un cyanate d'ammoniaque.

Le cyanogène forme des cyanures avec le chlore.

4047. Rapprochons l'analyse élémentaire de ces trois corps.

	Carb.	Azote.	Ox.
Cyanogène. . . . .	46,34	53,66	
Acide cyanique. . . . .	35,29	41,18	23
Acide hydrocyanique . . .	44,69	51,66	

Si, d'un autre côté, nous rapprochons l'analyse des principales combinaisons du carbone avec l'oxygène, nous trouvons dans la première, l'azote tient exactement la place de l'oxygène dans l'oxyde de carbone; il offre presque les mêmes rapports de poids avec le carbone. Par exemple :

	Carbone.
L'oxyde de carbone =	43,32
	Carbone.
Le cyanogène =	46,34

En réunissant en un même poids l'oxygène de l'acide cyanique, nous trouvons que le carbone y offre presque le même rapport de poids, que dans l'acide oxalique anhydre.

	Carbone.	Oxyg.
Acide oxalique =	33,760	66,24
	Carbone.	Oxyg.
Acide cyanique =	35,290	64,71

et les nombres de l'analyse de l'acide cyanique représentent exactement ceux d'un mélange formé par une partie d'hydrogène non oxygénée ou carbure d'hydrogène et trois parties d'acide carbonique. En effet,

	Carbone.	Oxyg.
Carbure d'hydrogène =	87	
3 acide carboniq. =	81	219
	168	219
Total divisé par 4 =	42,00	54,75
	Carbone.	Azote.
Acide hydrocyanique =	44,69	51,66

4048. Il nous serait donc permis de considérer l'acide cyanique comme un mélange de

ue et de cyanogène, de même que considéré l'acide oxalique comme un me d'oxyde de carbone et d'acide et l'acide hydrocyanique comme un ne d'hydrogène carboné et de cyano- grande proportion; conjecture qui plus grande importance dans l'expo- théorie atomistique, telle que nous à la fin du volume.

chauffant le sulfure de cyanogène, tenu un corps jaune, pulvérulent, dore, insoluble dans l'eau et dans des neutres, qui ne se décompose à température susceptible de ramollir le a nommé *mellon*. L'histoire de cette se encore beaucoup à désirer. On ne erdre de vue que rien n'est plus en ater le nombre des substances, que la n d'une substance, dont les éléments d'affinité entre eux que le cyanogène.

IS OBTENUS DE L'URINE; OU ACIDES URI- QUE, CYANILIQUE, PARACYANURIQUE, ROSACIQUE, HIPPURIQUE, ALLANTOIQUE. ces acides, sans exception, ne pré- extraction; tous sont des mélanges elques-uns sont des doubles emplois itres ou des substances déjà connues noms. Leur étude est tout entière à 'après d'autres errements que ceux méthode.

ide urique s'obtient en traitant à potasse ou la soude caustique, les inâtres ou rougeâtres de l'urine, et ns la dissolution alcaline, de l'a- lorique, qui précipite l'acide uri- ns blancs, lesquels perdent peu à me et se réduisent en petites pail- es; on filtre, on lave, et on laisse substance ne se décompose qu'à la e; l'eau à 15° n'en dissout que la , et bouillante que la 115°. Il n'a ni eur; il n'a aucune action sensible sur i tournesol. En brûlant, il répand leur d'acide prussique, dégage de te d'ammoniaque et un sublimé brun e, et laisse un charbon d'un certain s le chlore, il se gonfle, donne lieu carbonique et à de l'acide cyanique, à calique et à de l'ammoniaque. Par ue, il se transforme en *acide pur-* une petite quantité d'une matière ulière, en acide oxalique; la solution,

éaporée à siccité, prend une couleur rouge qui disparaît quand on étend d'eau le mélange. Chauffé avec la potasse, il ne brunit point, laisse dégager de l'ammoniaque, et forme un oxalate et un car- bonate de potasse, ainsi qu'un cyanure de potas- sium. Liebig l'a trouvé composé de 36,083 de carbone, 35,361 d'azote, 2,441 d'hydrogène, 28,186 d'oxygène.

4052. Il se forme trop de choses, par la décom- position de ce prétendu acide, pour qu'il soit un composé d'une seule chose. Qu'est-ce qu'un acide qui ne rougit pas la teinture de tournesol, qui est à peine soluble dans l'eau? Ne peut-on pas se le représenter d'avance comme un mélange d'albu- mine, d'oxalate double de chaux (car on n'en a pas examiné les cendres) et d'ammoniaque, de cyanate d'ammoniaque et de chaux, enfin d'oxalate de fer qui communiquerait la couleur rouge par la réaction de l'acide nitrique condensé? L'acide urique serait dans les urines le pendant de l'acide mucique dans la gomme (3105).

4053. L'*acide cyanurique* ou *pyrurique* s'ob- tient, en chauffant peu à peu l'urée (cyanate d'am- moniaque) dans une cornue de verre; la substance fond à 120°, se décompose bientôt, épaisit, et donne pour residu une poudre d'un blanc jaunâtre, incolore, insipide, rougissant sensiblement le tournesol; peu soluble dans l'eau froide, beaucoup plus dans l'eau chaude, d'où il se sépare en cris- taux qui s'effleurissent à l'air. Qui ne voit qu'on obliendra toujours un acide, en faisant chauffer un mélange de sels ammoniacaux, dont l'un sera formé d'un acide fixe? Un oxalate double de chaux et d'ammoniaque, fournira un acide analo- gue, si on le soumet à un commencement de cal- cination. L'acide cyanurique serait composé, d'a- près Wœhler et Liebig, de 60,825 de cyanogène, de 36,874 d'oxygène, de 2,501 d'hydrogène.

4054. L'*acide cyanilique* ne diffère presque pas de l'acide cyanurique. Liebig l'a obtenu en traitant le *mellon* (409) par l'acide nitrique bouillant, jusqu'à ce que le *mellon* soit devenu blanc. On décante, on lave à l'eau froide, et on traite par l'eau bouillante qui dissout l'acide cyanilique, et le laisse déposer par le refroidisse- ment.

4055. L'*acide paracyanurique*, également créé par Wœhler et Liebig, s'obtient en traitant le cyanate de potasse par l'acide hydrochlorique, ou en décomposant ce sel en fusion par le gaz hydrochlorique sec; enfin en triturant le cyanate de potasse par l'acide oxalique cristallisé. Il se dégage une forte odeur d'acide prussique; on





**PICRIQUE**, ou **NITROPICRIQUE**, ou anciennement **AMER DE WELTER**, **NO**, ou **JAUNE-AMER**. — Celui-ci ne noms, s'il manque de réalité; c'est il se dépose sous forme de poudre n traite l'indigo du commerce par , froid, puis bouillant, qu'on re-peu à mesure qu'il se dégage et se l'acide cristallise, dit-on, en lames unes et brillantes, dont la forme it l'octaèdre à base rhomboïdale; sineux de tous les acides.

**CHOLESTÉRIQUE**. — C'est un mélange et de l'acide nitrique, dans lequel

**AMBRÉRIQUE**. — C'est un mélange t d'acide nitrique dans lequel on a dissous cette résine.

à la foule scandaleuse des autres i avons assez dit sur ceux qui pré-prendre à interpréter la formation ous ne parlons pas, et pour rappeler urs, que le temps approche, où la ant le joug sénile de l'université de nnera au plus rigoureux silence les nales de ce genre-là.

### TROISIÈME GENRE.

#### TIÈRES COLORANTES.

est pas de tissu organisé vivant, stal, qui, sous l'influence de l'air et n'élabore une matière qui transmet l'impression de l'une ou l'autre des du prisme. Dans l'obscurité con- semblable ne s'engendre, et les u'ils soient, qui s'y sont développés, et ne réfractent que le rayon t *étiolés*. Si par hasard quelques mière diffuse ont pu se glisser dans ir, la blancheur du tissu s'altère, se e d'une légère teinte de jaune qui plus au verdâtre; si l'on transporte eu à peu, et d'une manière graduée à la lumière, on remarque que peu nte verdâtre devient de plus en plus es végétaux; puis, à mesure que AIL. — TOME II.

l'organe approche de la caducité, elle se mêle au rouge, et finit souvent par se transformer en pourpre. Dans le règne animal, on observe d'autant mieux la transition que l'animal appartient à un degré plus inférieur du bas de l'échelle. Chez les animaux supérieurs, la coloration verte ou jaune est si passagère que sa durée indique un état maladif; c'est la couleur rose, la couleur du sang rouge qui succède presque immédiatement à l'étiollement.

4068. La matière qui se prête à ces transformations chromatiques, n'entre pour rien dans la structure des parois cellulaires, qui forment la charpente des tissus; et par des moyens mécaniques, il est facile de l'extraire et de l'obtenir à part, sans déranger en rien l'économie de structure de l'organisation. Seulement alors le tissu reprend sa belle blancheur, et les parois des cellules leur diaphanéité et leur limpidité incolore, toutes les fois qu'elles ont été assez éventrées pour se vider de tout ce qu'elles renferment (pl. 6, fig. 17, c; fig. 20, b, d).

4069. Quoique aucune de ces sortes de matières n'ait été obtenue à un état complet de pureté, cependant il n'en est pas une dont l'incinération ne donne, en quantité considérable, du fer ou du manganèse d'un côté, et un alcali de l'autre, potasse, soude, ammoniacque ou chaux. Au chalumeau, il est facile de constater la présence du manganèse, dans la plus petite parcelle des pelures de pomme.

4070. Or nous savons que, sous l'influence de l'oxygène et de la lumière, la combinaison de la potasse et du manganèse s'opère, en passant, depuis le blanc jusqu'au rouge, par toutes les nuances du prisme, ce qui a fait donner à cet alliage le nom de *caméléon minéral*. Le fer produit avec les alcalis de semblables phénomènes, dans les couches géologiques, et dans nos laboratoires. Il doit en être nécessairement de même dans la nature organisée, toutes les fois que le métal et l'alcali arrivent à la fois au contact de l'oxygène qu'aspire le tissu vivant. Mais d'un côté nous trouvons que les végétaux et les animaux aspirent les gaz atmosphériques et surtout l'oxygène libre ou combiné, et que toutes les fois que cette absorption a lieu sous l'influence de la lumière, la matière colorante se manifeste par l'un ou l'autre ton de la gamme des couleurs; d'un autre côté la chimie démontre l'existence simultanée de l'alcali et du métal coloripare dans les cendres de toute espèce de matière colorante; l'analogie des deux phénomènes se rapproche,

sans contredit, de la complète identité, et nous sommes en droit de ne voir, dans l'histoire de la matière colorante animale et végétale, que l'histoire du *caméléon minéral*, modifiée par le milieu dans lequel son oxygénation s'opère, se suspend ou s'arrête; la matière colorante des végétaux et des animaux est donc un *caméléon organique*.

4072. Qu'une résine, en effet, vienne, en recouvrant le laboratoire de la matière colorante, intercepter pour celle-ci le contact de l'oxygène aspiré par les tissus, et la coloration s'arrêtera au ton de la gamme où l'aura surprise la formation de cette couche, pour ainsi dire, imperméable; mais qu'un acide ou un alcali survienne dissoudre la résine, qu'une solution de continuité se produise pour briser l'enveloppe résineuse, et la coloration suivra sa marche jusqu'à sa complète oxygénation, laquelle s'arrête au rouge chaud et intense.

4073. La matière colorante étant une transformation oxygénée d'une combinaison inorganique, elle ne saurait présenter à tous les âges de l'individu végétal, ou animal, ni le même ton, ni la même fixité; mais ensuite cette fixité dépendra non-seulement de l'oxygénation, mais surtout de la nature de l'alcali qui s'associe à la molécule métallique. Tout me porte à croire, par exemple, que le *caméléon organique* composé de métal et d'ammoniaque sera moins stable que les autres; que le caméléon à base de soude ou de potasse s'attachera moins intimement aux corps et sera plus vite enlevé par les lavages que le caméléon à base de chaux, la chaux communiquant son insolubilité à tout ce qu'elle neutralise; et les tissus que l'on emploie à la teinture ayant, même après leur mort, une insurmontable affinité pour la chaux; de là l'emploi de la chaux dans certains procédés de teinture.

4074. L'oxygénation tend à communiquer les caractères d'un acide à toute substance qui a la propriété d'en absorber un excès; le caméléon devient de plus en plus un manganéumate, un ferrate, si je puis m'exprimer ainsi, à mesure que la quantité d'oxygène absorbée devient de plus en plus grande; mais en même temps la matière colorante prend une teinte de plus en plus vive de rouge. Si vous ajoutez alors une nouvelle quantité d'alcali fixe, vous détruisez la prépondérance de l'acide, et vous ramenez au bleu et au vert et souvent au jaune la coloration rouge. L'addition d'un acide quelconque, en saturant l'alcali, rend au caméléon la couleur rouge que la présence de

l'alcali lui avait enlevée. Si ce n'est la potasse et la chaux désorganisées pour toujours au jaune; il n'est pas de penser que, dans ces couleurs, le caméléon est à base d'ammoniaque et les alcalis ont la propriété d'arrêter.

4075. On connaît des tissus qui, tout à coup, une couleur jaune, dès qu'une cassure les expose. C'est l'histoire du caméléon organique tout entière en quelques minutes, la même changement de couleur, la même solution de continuité, soit d'air, soit sous le gaz azote. On conclut de ce fait, que l'oxygène est étrangère à ce phénomène; que les tissus sont pénétrés, jusque dans les petites parcelles, d'air atmosphérique dans leurs interstices, comme un gaz dissolvant (1105). C'est cet air qui, tout d'un coup, mis en contact avec le tissu, qui dans le tissu s'en trouve isolé; il pourrait se faire aussi, que la coloration spontanée est privée d'air réel, non un cas de oxygénation, mais un cas de désoxygénation.

4076. Mais ne croyez pas que, si vous avez trouvé que tel caméléon est en présence de la chaux, les caractères de sa nuance, qui le font rechercher comme matière colorante, il suffira d'en faire dans un terrain riche en calcaire, sous tous les climats et à tout degré d'une excellente qualité. Puisque le caméléon organique est un caméléon, il est évident que plus la lumière est intense, plus la coloration sera vive. La plante que vous trouvez au Midi, alors même que le terrain est riche en calcaire. L'importance de ce rapport, sur la plante que vous trouvez dans les terrains les plus riches, la qualité diminuera, pour ainsi dire, à mesure de la latitude, à chaque degré au-dessus du niveau de la mer. Pour faire une image comme synoptique de ces faits, disposez une série de plantes de la même espèce, avec le même terrain et la même culture, dans une série de caves commençant par la partie la plus obscure d'un caveau, et en terminant par la plus chaude du même

de qualités de la même couleur, que : degrés, dans cette échelle d'exposition.

vous hâtez pas non plus de conclure qu'il n'ait aucune part à la production de la matière colorante, parce que vous en aurez trouvé des traces dans la terre consacrée à la culture de la plante coloripare. En effet, il est évident que le calcaire parvient à la plante, et qu'il est absorbé par les eaux que l'hygrométrie ou les inondations périodiques maintiennent constamment en contact avec ses racines. L'assimilation, et l'enlèvement ainsi au sol des éléments de chimie agricole ne doivent pas être négligés dans le creuset seul du laboratoire du raisonnement, non pas à décider la vérité, mais à indiquer les contre-épreuves. Si l'on vient à un terrain les matériaux que l'on ne trouve pas, ce terrain ne manque de rien de tout ce en quoi le plus riche sol n'est pas.

La matière colorante étant considérée comme un élément qui se nuance, en s'oxygénant d'une manière progressive, d'un autre côté, les éléments qui l'élaborent se développant progressivement à leur tour, en sorte que sur la même plante, sur le même tronçon, il est facile de constater qu'il existe des organes de tous les âges, de l'organe embryonnaire jusqu'à l'organe vieilli; il s'ensuit que l'on trouvera dans le même tissu, si peu étendu qu'il soit, toutes les nuances à la fois de la même matière, de la même couleur incolore, jusqu'à celle qui forme la couleur recherchée par l'industrie et par les arts, devenant d'autant plus abondante que l'individu approche davantage, et l'accompagnant encore, et l'altérant par sa présence, d'une manière plus ou moins prononcée. Pour l'aviver, il faut la purifier autant qu'il est possible, quand l'une est soumise à une menstrue qui refuse de dissoudre.

La nuance arriérée se complète par le caractère de l'autre, quand la broie-lution de continuité lui transmet la même dose d'oxygène, que l'organisation ne permet pas d'atome à atome.

Principes généraux une fois établis, il faut s'arrêter, plutôt qu'approfondir, les principes de l'action des matières colorantes et de leur application à la teinture. Les bornes de cet ouvrage ne permettent pas de donner une extension à ce chapitre.

## § 1. Espèces les plus ordinaires de matières colorantes.

4080. MATIÈRES COLORANTES ROUGES. — 1° *Garance*, *alizari* (racine du *Rubia tinctorum*); renferme une matière colorante jaune, soluble dans l'eau froide, et une matière colorante rouge, légèrement acide, soluble dans l'alcool et dans l'acide sulfurique, les huiles de térébenthine, de pétrole, inattaquable par les alcalis, et dont la première altérerait la beauté, si on n'avait soin de l'en séparer par une macération plus ou moins prolongée dans l'eau. Robiquet et Collin isolent la matière rouge, qu'ils ont nommée alizarine, soit en sublimant la portion précipitée de l'alcool par l'eau, soit en précipitant par l'eau la dissolution sulfurique, en purifiant le précipité par l'alcool, d'où ils précipitent la matière rouge pure par l'eau. Il faut observer que, sans une certaine précaution, l'acide sulfurique, qui charbonne tout ce qui n'est pas matière colorante, pourrait bien aussi charbonner celle-ci. Il me paraît évident que cet effet doit toujours avoir lieu en partie, à moins qu'on ne pense qu'en vertu d'une loi encore indéterminée, l'acide sulfurique fasse un choix parmi les substances qu'il est avide de désorganiser. La matière colorante rouge, d'après Saigey, cristallise en prismes à base carrée, terminés par un biseau de 15° (pl. 16, fig. 1) (\*).

Ces cristaux ont à peine l'épaisseur de  $\frac{1}{300}$  de millimètre; mais ils sont très-longs. Ils s'accroissent, soit par leurs grandes faces, et alors ils composent de gros faisceaux prismatiques à 6 pans, dont l'extrémité dégénère en une pointe hérissée de biseaux (fig. 2); soit sous un angle de 15°, et alors ils forment des ramifications en barbes de plumes, dont les nervures sont de gros faisceaux prismatiques, jetant dans le même sens des aiguilles inclinées de 15° (fig. 3) sous formes de dentelures. Le point A est celui par lequel tout l'ensemble tient au réfrigérant; car ces belles cristallisations ont été obtenues par voie de sublimation. Leurs aiguilles sont transparentes, mais leur couleur varie du rouge purpurin au jaune rougeâtre et même au blanc sale. On obtient celle-ci quand on sublime la gelée de garance préalablement lavée à l'eau sur le filtre. Il faut donc considérer ces cristaux comme formés d'une matière résineuse,

(\*) Nous devons ce dessin à l'obligeance de Saigey qui l'a communiqué à un grossissement de 250 diamètres. (Voy. *Bull. des Sc. phys. et chim.*, septembre 1827, p. 195.)

aux *cactus*). — Pour l'obtenir, on traite par l'acide sulfurique, jusqu'à ce qu'il cesse d'être jaune ; ensuite par l'alcool qui se colore en matière colorante écarlate, laquelle est précipitée par le refroidissement. On purifie à froid par de l'alcool très-concentré, d'un pourpre éclatant, à laquelle elle est inaltérable à l'air, fusible par l'iode et par le chlore presque entièrement, par l'acide nitrique, les acides hydrochlorique concentrés ; très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool anhydre, dans l'éther, les huiles fixes et

**MATIÈRES COLORANTES BLEUES.**—1° *Indigo* naturel des *Indigofera* qui en fournit la plus grande partie ; de l'*Isatis tinctoria* qui en fournit quelques autres plantes de diverses espèces ; matière incolore par elle-même, qui, en vieillissant, passe successivement, en passant du blanc au jaune et du jaune au bleu, et précipite alors de l'eau qui la tenait en suspension ; on la prépare en faisant fermenter les racines qui la renferment ; la fermentation a pour autre but que de diviser les tissus et que la matière puisse s'emparer de toute la matière colorante qu'ils contiennent ; on presse ensuite le marc d'indigo ; on le divise en parties égales ; l'on verse dans le commerce. Pour le purifier, on le met dans l'eau et le rend propre à la teinture en le désoxygénant ; ce à quoi l'on emploie divers autres procédés, au moyen d'un mélange de sulfate de fer, 2 de chaux vive et 1 p. d'indigo pulvérisé. La chaux vive et l'acide du sulfate, et le protoxyde de fer ont la liberté désoxygène l'indigo ; un mélange de son peut remplacer le sulfate de fer (\*). On plonge ensuite à plusieurs reprises le marc dans ce bain, et on l'expose à l'air. Le marc bleu d'indigo se désacidifie par l'acide sulfurique, et paraît s'y dissoudre ; on le précipite de la suspension de ses molécules par l'alcool et la dissolution des autres substances qui s'y trouvent. On s'assure au microscope que la matière colorante s'y trouve dans une véritable suspension. Aussi a-t-on remarqué que les indigos de Saxe ou de composition, qui sont traités par l'acide sulfurique, sont moins solides

que ceux obtenus à la cuve, c'est-à-dire, par le moyen de la désoxygénation de l'indigo. L'indigo naturel renferme, outre la substance colorante bleue, une substance colorante pourpre qui se sublime à une haute température ; quand on chauffe l'indigo dans une cuiller de platine peu à peu et jusqu'à la chaleur rouge, on voit se dégager des vapeurs du plus beau pourpre. Cette matière est soluble dans l'alcool bouillant en très-petite quantité. La couleur bleue est insoluble dans ce menstrue, ainsi que dans l'éther et dans les alcalis ; mais lorsque ses molécules sont désagrégées par la solution des molécules rouges, il semble s'y dissoudre en montant en suspension ; le liquide reprend sa limpidité par le refroidissement, et le bleu se précipite. On peut distiller ceux-ci, mais alors il passe avec une huile dont on le sépare, au moyen de l'alcool. L'acide nitrique détruit le bleu d'indigo ; il en est de même du chlore à froid, de l'iode à chaud. Dans les masses d'indigo du commerce, on trouve encore, avec beaucoup de sels provenant soit des sucs du végétal, soit des fraudes du commerce, un gluten que Berzélius considère comme différent du gluten ordinaire, en ce qu'il est soluble dans l'eau et qu'il n'est pas gluant. Remarquez que, pour l'obtenir, Berzélius se sert d'un acide étendu qu'il soumet à l'ébullition (1272). Ce gluten est au contraire, et par lui-même, insoluble dans l'eau froide et bouillante. Berzélius y signale encore une autre substance qu'il nomme *brun d'indigo*, et que l'auteur obtient en traitant l'indigo d'abord par un acide et ensuite par la potasse caustique concentrée, que l'on soumet à la chaleur. Nous avons déjà fait ailleurs justice de pareilles substances immédiates (1142) ; il nous suffira de dire ici que le *brun d'indigo* aurait tout aussi bien pu se nommer *ulmine*. Chevreul a signalé aussi une substance verte ; mais comme il n'a trouvé cette substance que dans une seule espèce d'indigo, c'est sans doute de la chlorophylle (1098), ou naturelle à cette espèce, ou introduite par fraude, dans le marc d'indigo. Il serait possible que cette couleur verte ne fût qu'un mélange grossier d'une substance jaune produite par l'action des alcalis, avec le bleu d'indigo. L'indigo, purifié par la sublimation est composé, d'après Le Royer et Dumas, de 73,26 de carbone, de 13,81 d'azote, 10,43 d'oxygène, et de 2,50 d'hydrogène. Depuis, Dumas a changé les termes de son analyse, et, dans un tra-

usage de la théorie classique, mais je dois dire que celle-ci ne s'appuie sur aucune expérience décisive ; il est très-probable que, dans cette circon-

stance, le fer et la chaux jouent un autre rôle que celui de corps désoxygénants. Voyez ce que nous avons dit du caméléon organique.

voit lu en 1836, il établit que l'indigo est composé de carbone, 75,0; azote 10,8; oxygène, 12,2, et hydrogène 4,0. L'auteur tire la formule  $C_{12}H_{10}Az_2O_2$ , des sels qu'il prétend se former par la combinaison de l'acide sulfurique avec l'indigo; acide qu'il appelle *sulfindylique*, ce qui revient au bleu de Soxe. L'acide sulfurique, qui se charge de la nuance pourpre de l'indigo, est nommé par la même occasion *acide sulfopurpurique*, et le nom d'*acide indigotique* est changé en celui d'*acide anilique*, chacun formant des sels représentés par des formules invariables, des *sulfindylates*, des *sulfopurpurates*, des *anilates*, des *picrates*. Si ces idées n'étaient pas professées avec autorisation de l'université, elles mériteraient à peine une mention quelconque. Qui les refuse plus efficacement que l'auteur, qui les modifie et les bouleverse à chaque lecture, et qui les modifie d'un trait de plume, pour les faire concorder avec les formules descriptives les plus loignes sur le catalogue? L'auteur avait besoin de trouver une analogie entre l'acide sulfindylique et l'acide sulfovinique, sous le rapport de la formule; les formules se prêtent toujours admirablement aux vœux de l'auteur, et « l'on remarquera avec intérêt, s'écrit-il, que l'on retrouve, dans la formule de l'acide *sulfindylique*, deux atomes d'oxygène qui se sont toujours rencontrés dans les alcools connus ».

Il est vrai que ces deux atomes ne se trouveraient pas, si on deduisait la formule de l'analyse de l'indigo sublime, vu que  $12,2$  d'oxygène divisé

par 100 ou  $\frac{12,2}{100} = 0,122$ , et non pas 0,2 (4005);

mais alors on a recours à l'analyse des sels, qui est moins rebelle à l'analyse. Sans nous arrêter davantage à ces vœux de tentes, examinons les faits en eux-mêmes, et sans égard pour l'interprétation.

4001. L'acide sulfurique se colore par l'indigo, mais ne se dissout pas en entier; et l'on voit distinctement au microscope que la matière colorante y existe en suspension et non en dissolution: ces grumeaux, d'un calibre variable, flottent dans un liquide, par lui-même limpide et non coloré, ce n'est donc pas là une combinaison intime et atomistique; et dans le bleu de Soxe, l'acide sulfurique offre un mensonge, et ne se transforme pas en un acide particulier, il fait l'office de mordant en teinture, sans doute, mais non d'agent immédiat de la combinaison colorante et tinctoriale.

D'un autre côté, l'indigo, mélange inextricable de gluten, d'huile essentielle, de sels ammoniacaux, de matière colorante et de sels terreux, fournit

un peu de toutes ces choses à la fois; et soumettre à l'analyse un pareil composé comme un corps immédiat, c'est méconnaître les lois de la synthèse. Les nombres ne représentent jamais les proportions qui existent dans le mélange; ces nombres eux-mêmes proviennent, des mélanges de plusieurs fois, et par l'analyse élémentaire de l'acceptant comme aussi exacte que l'analyse de ce genre, on voit clairement qu'on obtiendrait des nombres analogues, ensemble une ligne essentielle, et un ou inorganique à base d'ammoniaque.

4002. 2° *Tournesol* (rouleur ble des fleurs; ou couleur rouge de cerf). *Lichen tinctorius* et *Croton tinctorius* a ramené au bleu par l'action des alcalis. La matière colorante est soluble dans l'eau. On prépare le *tournesol en bleu* le département du Gard, en tenant les vapeurs ammoniacales de l'urine, de la prégnance du suc du *Croton tinctorius*, *mesol en pain* est fabriqué avec du sucre, que l'on traite par l'urine, le potasse.

4003. MATIÈRES COLORANTES JAUNES. *Citron* (écorce du *Quercus tinctoria*). L'écorce renferme 8 pour 100 d'un mélange à du tanin que le fer précipite en s'ajoutant par la suite de poisson lambeaux de vessie de bœuf épuisés mieux par la gélatine. Cette matière soluble dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool, est colorée en rouge par le fer, elle se volatilise en cristallisant.

4004. 2° *Bois jaune* (*Morus tinctoria*). fournit une couleur moins vive que le citron, qui par le sulfate de fer passe au brun jaunâtre par le sulfate de zinc, et par l'acétate de plomb, et au jaunissement d'étain.

4005. 3° *Gaude* ou *raude* ou *coquelicot*. — Matière colorante plus précieuse, devenant plus par le jaune plus intense par les alcalis, le sel ammoniac, l'alun, et surtout le tan; se sublime en belles aiguilles, l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.

4006. 4° *Curcuma* (racine de l'*Al-*



**Matière colorante jaune, peu soluble**, plus soluble dans l'alcool, beaucoup dans les alcalis qui la colorent en brun, soluble également dans les acides concentrés, qui la colorent en rouge et d'où l'eau la précipite en flocons

On trouve une foule d'autres espèces de matières colorantes provenant surtout des pétales de fleurs. Ces substances résinoïdes se combinent avec certains réactifs, selon la nature des sels avec lesquels elles se combinent (3899). Les pistils du safran (*carthamus*) donnent aussi une substance jaune unie à de l'huile, dont on la sépare par la distillation, ou par l'alcool dans lequel elle se dissout. Cette substance est d'un brun foncé après la dessiccation; elle se dissout dans l'eau qui en est colorée en jaune. Elle se dissout également dans l'alcool qui en est coloré en rougeâtre. Elle se dissout encore dans les sels gras et volatiles; la lumière la blan-

**MATIERE COLORANTE VERTE VÉGÉTALE.** — On obtient en mêlant ensemble le jaune et le brun, sous le nom de *vert de vessie*, le suc exprimé des graines du *Rhamnus*, qu'on mêle à de l'alun et qu'on précipite par la consistance d'extrait. Voyez de plus *chlorophylle*. La couleur verte est la plus commune dans le règne végétal.

**MATIERE VERTE ANIMALE.** — On trouve cette matière colorante dans les proies du foie, où elle passe en brun, et surtout sur le placenta fœtal où elle forme de larges zones triangulaires avec des zones purpurines de même grandeur. Celles-ci sont dues au sang dont la matière colorante est modifiée en vert dans les zones connues. Il faut en dire autant de la matière colorante placée que la chaleur fait virer au brun.

**LAKK et LAC-DYE.** Préparations tincturées tire de la *gomme laque* (5964). — Peu étudiée.

**MATIERE NOIRE.** — Le *pigmentum* qui se trouve dans la roide de l'œil, et le derme, ainsi que dans les membranes de la plupart des membranes

des batraciens, me semble n'être encore qu'une transformation de la matière colorante du sang. Peut-être en est-il de même de l'encre que la sèche répand dans l'eau, pour se soustraire aux poursuites d'un ennemi. Cette liqueur est sécrétée par un appareil glandulaire qui me paraît avoir quelques rapports avec l'appareil urinaire, y compris les reins des animaux supérieurs. Dans certains cas malades, on a vu l'appareil urinaire de l'homme sécréter une liqueur noire à laquelle Braconnot a donné le nom de *mélainourine*.

4102. Certaines classes d'animaux, telles que celles des insectes et des poissons, présentent, surtout sous la zone torride, des nuances colorantes tout aussi nombreuses et tout aussi riches que la classe des végétaux; sans doute toutes ces nuances ont la même origine chimique (4075).

## § II. Fixation des couleurs sur les tissus (teinture).

4103. Les bases terreuses avec lesquelles nous admettons que les éléments organisateurs des tissus sont combinés jouent le principal rôle dans la fixation des couleurs. Les *mordants*, dont on fait précéder la coloration, n'ont d'autre but que de faciliter cette combinaison par des espèces de double décomposition.

4104. On procède à la teinture par différentes opérations préliminaires, dont les premières sont destinées à dépouiller les tissus des substances solubles et insolubles qui s'empareraient de la couleur, au détriment de la partie fixe et solide : 1° on *décreuse* le lin, le chanvre et le coton, en les tenant plongés pendant deux heures dans l'eau bouillante, et pendant deux autres heures dans un bain de 15 seaux d'eau bouillante et de 1 à 2 kil. de soude. On *décreuse* la soie par un bain bouillant de savon et d'eau, variable en proportion, selon qu'il s'agit de la soie jaune ou de la soie blanche. Le *décreusage* n'a d'autre but que de rendre solubles dans l'eau les matières grasses et résineuses qui recouvrent les tissus. On *désuinte* la laine comme nous l'avons expliqué (1873). 2° On *blanchit* les tissus de lin, de chanvre et de coton, en les exposant au contact simultané de l'eau, de l'air et de la lumière, et, ce qui est plus court et moins nuisible au tissu, en les traitant par le chlore. Le blanchiment de la soie et de la laine a lieu à la vapeur du gaz sulfureux. Dans l'un et l'autre cas, il a pour but d'enlever aux tissus une matière colorante qui ne pourrait que nuire à la beauté des teintures. 3° On les *alune* avec

un mordant qui est, dans le plus grand nombre des cas, du sulfate double de potasse et d'alumine (*alun du commerce*), que l'on doit employer presque exempt de sulfate de fer, quand il s'agit de l'*alunage* des tissus de soie et de coton. 4<sup>e</sup> La dernière opération consiste à plonger le tissu dans le bain de matière colorante.

#### QUATRIÈME GENRE.

#### MATIÈRES ODORANTES.

4105. Les matières colorantes ne sont telles que par rapport à notre vue (1729) ; de même les matières odorantes ne sont telles que par rapport à notre odorat (1651). Leurs caractères varient en raison des variations de structure et des modifications de l'organe qui en perçoit les impressions. Les couleurs changent de nuances, et les odeurs d'intensité et de nature, selon les diverses espèces d'animaux, et souvent selon les individus de la même espèce (3050) ; mais elles se métamorphosent les unes dans les autres, par suite d'un simple mélange, et des diverses proportions selon lesquelles chaque élément rentre au mélange. Nous avons déjà vu qu'une addition d'acide hydrochlorique transforme, en odeur agréable d'acide caséique, l'odeur la plus fétide du gluten pourri (1255) ; qu'un peu d'ammoniaque communique à la gomme exposée au feu l'odeur la plus caractéristique de la colle forte (5122) ; que le sang est susceptible de changer entièrement d'odeur, lorsqu'on le traite par l'acide sulfurique, après l'avoir déposé sur telle ou telle substance étrangère (3506). Les expériences suivantes, entreprises dans ce but spécial, achèveront de faire comprendre combien il est important de tenir compte des mélanges, dans l'appréciation des qualités olfactives des substances que l'on décrit.

Le 12 mai 1837, je mêlai ensemble une certaine quantité d'huile de coïza et d'ammoniaque, que j'abandonnai dans une bouteille, au contact de l'air et de la lumière du soleil, jusqu'au 20 juin suivant, sur une fenêtre. Examiné après ce laps de temps, le mélange exhalait une odeur qui n'avait plus rien de commun avec l'ammoniaque. J'en remplis un certain nombre de verres de montre, que je plaçai sur la tablette d'une armoire, pour en faire le sujet d'autant d'essais. 1<sup>o</sup> Je mélangeai le contenu de l'un de ces verres de mon-

tre avec de l'eau distillée, le mélange exhalait l'odeur de farine pétrie ou fraîche dans l'eau. 2<sup>o</sup> Par l'acide nitrique, l'un des autres verres de montre exhalait des vapeurs blanches de nitrate d'ammoniac, et d'abord l'odeur de la chair humaine, celle du cuir tanné (4025), d'une odeur noncée ; et la substance s'est divisée en deux portions : l'une liquide, d'odeur oléagineuse et jaunâtre qui est restée liquide, comme un *valet* de table (pl. 3, entoure la base d'un flacon de sulfure), le contenu d'un autre verre a contracté, au bout de quelques jours, une coloration pourpre foncée, et a exhalé une odeur putréfiée que l'on reconnaît à l'acide même. 4<sup>o</sup> Par l'acide hydrochlorique, le mélange ammoniac-glutineux s'est coagulé, et a exhalé une odeur de potasse caustique, coagulation et humide.

Le 12 mai 1837, le n<sup>o</sup> 1 exhalait une odeur noncée de mastic de vitrier, et le n<sup>o</sup> 2 exhalait une odeur de cuir. Le n<sup>o</sup> 3 exhalait une odeur oléagineuse entourant l'espèce de l'ail au centre par l'acide nitrique, une odeur prononcée de fromage, et avait contracté une coloration foncée qu'elle en paraissait noire, et des laches roussâtres ; une odeur de laine de verre a pris l'odeur de l'ail, est dépourvue en séchant. Le n<sup>o</sup> 4 exhalait une odeur de mastic, et le même mélange, au bout de quatre jours, exhalait l'odeur du concombre frais, que le mélange n'avait pas lorsqu'il était dans l'eau, et que le mélange ne modifié en rien. Par la strontine, le mélange exhalait une odeur blanchâtre, qui s'était élevée au-dessus du verre de montre.

4106. En conséquence, le mélange a donné autant d'odeurs différentes que l'on a mis en contact avec des acides différents ; et ce mélange ne se rompt pas en éléments. On pourra prévoir, par l'expérience, combien serait dans le cas présent, combien serait dans le cas présent, combien serait dans le cas présent, un mélange plus grand nombre de substances.

## ÈME SECTION.

### LA DÉSORGANISATION.

Prendrons sous ce nom les sub-  
nt de l'organisation, soit par  
on spontanées, soit par extrac-  
is qui ne peuvent désormais se  
on des organes, qu'après avoir  
ie plus ou moins longue de  
différentes ou nuisibles à la vie  
ale. Nous les diviserons en :  
*sécrétions ou excréti-  
ons*, ou par le fait de l'élaboration des  
*de la réaction du sucre sur*  
uits de la désorganisation sac-  
ou bien de la fermentation  
*produits de la désorganisation*  
*umineuse*, ou produits de la  
de et ammoniacale ; 4<sup>e</sup> enfin en  
*désorganisation violente*, ou de  
corps organisés.

### *étions et excréti- ons.*

s rejetées au dehors par les  
es objets de rebut, comme des  
abstance assimilable. Elles sont  
des, tenant en suspension des  
dissolution des sels d'une autre  
de tissus qui ont fait leur temps,  
ulée ou sous forme globulaire,  
proportions qui varient à l'infini  
ogique des individus ; en sorte  
de ces produits, on peut arriver  
l'organe est sain ou malade, de  
s symptômes de la maladie, on  
voir quelle sera la nature de ces  
ion, en effet, étant une consé-  
ation, un triage opéré par l'or-  
t évident que ses caractères  
elon que l'élaboration tombe  
double d'énergie.

GAZEUX. — Il n'est pas de sur-  
animal ou végétal, qui n'exhale  
mais c'est chez les surfaces mu-  
eux que cette exhalation est plus  
ées qu'elles sont dans l'obscu-  
s continuellement d'un milieu  
caducs qui s'en détachent fer-  
, et se décomposent en plus  
. On s'est peu occupé de re-  
ME II.

cueillir et d'examiner ces produits gazeux ; mais  
l'odorat suffit pour en indiquer l'existence et les  
caractères différentiels, l'odeur, ainsi que nous  
l'avons établi plus haut, n'étant que la perception  
d'un produit qui arrive gazeux sur la surface  
pituitaire (1651). Les seules sécrétions gazeuses  
qui aient fixé spécialement l'attention du physio-  
logiste et du chimiste, ce sont les gaz de la respi-  
ration (1961) ; mais l'observation en est restée  
incomplète et tronquée, vu que l'analyse ne s'est  
attachée qu'aux gaz permanents et non aux va-  
peurs exhalées, qui sont imprégnées d'un assez  
grand nombre de produits ammoniacaux. On  
dirait, en parcourant dans les livres, le chapitre  
de la respiration, que nous n'exhalons que de  
l'acide carbonique, et que nous ne vivons l'air que  
de cette façon ; mais il devient évident pourtant,  
quand on ne se contente pas de raisonner d'après  
les essais eudiométriques, que nous imprégnons  
l'air non-seulement des produits de la sueur cu-  
tanée, mais des produits des surfaces buccales et  
pulmonaires, produits albumineux, oléagineux, sels  
volatils à base d'ammoniaque, acétates et phosphates  
principalement, etc. Depuis que nous avons émis  
ces avertissements, les chimistes se sont un peu  
ravisés de la première méthode d'évaluation ;  
mais il est de règle qu'on ne procède, d'après les  
errements venus de cette source, qu'en se ~~hâtant~~  
lentement et en faisant bien des pauses. On com-  
mence à s'apercevoir que l'air contient une sub-  
stance hydrogénée ; dans six mois on en trouvera  
deux ; dans un an on y soupçonnera la présence  
d'une substance azotée, et ainsi de suite, jusqu'à  
ce qu'enfin on ait parcouru toutes les fractions de  
l'opinion, avant d'arriver à l'opinion entière  
qui sera que l'air est imprégné de tout ce que nous  
dégageons de gazeux ou en vapeurs dans nos  
laboratoires, lorsque nous soumettons à une  
évaporation lente ou rapide les extraits des sub-  
stances animales ou végétales ; que l'air est im-  
prégné des produits de la respiration des animaux,  
de l'évaporation des marais, des rivières, de  
l'échauffement des terres, de la combustion de  
nos âtres ; produits que la lumière et l'obscurité  
décomposent, condensent, rapprochent et combi-  
nent au profit de la vie animale et végétale, qui  
les reprend de nouveau sous ces nouvelles formes.

4110. SUEUR et EXHALATION CUTANÉE. — La  
transpiration s'opère à chaque instant, mais elle  
varie en intensité selon l'élévation de la tempé-  
rature ambiante ou intérieure ; de même que les  
produits de l'évaporation sont en raison du degré

de chaleur auquel est soumis le liquide. La sueur n'est que la transpiration condensée à la surface de la peau. La peau est humide au toucher quand on marche au soleil, elle se couvre de sueur sur les portions ombragées ou quand on se met à l'ombre. On conçoit que la sueur, si identique qu'elle puisse être, pourra pourtant présenter des caractères différents, selon qu'on l'étudiera sous forme de vapeurs ou sous forme liquide; selon qu'on la recueillera pure de tout contact, ou après avoir séjourné sur les surfaces du corps, en contact avec la poussière ou avec les tissus; l'étude doit donc en être faite sur les quantités recueillies dans un condensateur. En effet, la sueur, qui est un mélange de produits animaux éminemment fermentescibles, changera rapidement de caractère, si elle séjourne dans l'obscurité des jointures des membres, en contact avec des surfaces cachées par les vêtements. D'acide qu'elle est naturellement, elle pourra en peu de temps devenir alcaline, soit en se saturant, soit en se décomposant. Mais, acide ou alcaline, la sueur n'en est pas moins composée des mêmes éléments principaux; elle n'en est pas moins ammoniacale; seulement les sels ammoniacaux qu'elle renferme se trouvent avec un léger excès d'acide dans le premier cas, et avec un léger excès d'alcali dans le second. Il arrivera même quelquefois que le papier de tournesol, d'abord rougi à son contact, reprendra peu à peu sa couleur bleue, et *vice versa*, effet que l'on peut reproduire à volonté au moyen du carbonate, de l'hydrochlorate et surtout de l'acétate d'ammoniaque. L'acétate d'ammoniaque est acide dans la sueur acide; il est alcalin dans la sueur alcaline.

4111. Anselmino a trouvé que le résidu de 100 parties de sueur se composait de :

1 <sup>o</sup> Extrait de viande, acide lactique et lactates solubles dans l'alcool anhydre. . . . .	39
2 <sup>o</sup> Extrait de viande et chlorure de sodium solubles dans l'alcool aqueux. . . . .	48
3 <sup>o</sup> Matière animale et sulfates solubles dans l'eau, et non dans l'alcool. . . . .	21
4 <sup>o</sup> Matières insolubles dans l'eau et dans l'alcool, formées presque uniquement de sels de chaux. . . . .	2

---

100

Nous ne nous arrêterons pas longtemps à discuter cette analyse; nous avons déjà assez fait voir le vice de ces méthodes à double et triple emploi (3591). Qu'est-ce qu'un extrait de viande

soluble dans l'alcool aqueux, et l'insoluble dans l'alcool anhydre, puis une matière soluble seulement dans l'eau? C'est l'albumine rendue soluble dans l'alcool acétique (acide lactique), ou dépouillée de cet acide qui lui sert de dissolvant, à moins que l'auteur n'ait oublié de mentionner les sels de chaux, qu'il a certainement confondus avec la matière animale et azotée.

4112. Sanctorius, si célèbre par le fait qu'il a pendant trente ans de se peser chaque jour, à différentes heures, a trouvé que nous perdons par la transpiration, en vingt-quatre heures, le huitième du poids, dont les aliments nous ont fait notre corps, et les trois autres huitièmes en excréments. En sorte que, d'après ses expériences, il s'ensuivrait que le corps devrait en rester toute sa vie au poids initial, si l'on voulait en tirer une conséquence rigoureuse. Mais cette proposition géométrique qu'à la comparaison entre la veille et celle du lendemain, comparée dans le cas de présenter peu de différence, quand l'expérience a lieu sur un homme à la maturité de l'âge ou approchant de la vieillesse.

4113. Remarquez encore qu'on a remarqué, dans ces recherches, une circonstance qui est capable de soustraire à la pesée des pertes assez considérables du poids réel de l'homme. Il ne faut pas croire que l'homme vivant est un corps inerte; l'homme aspirant l'air, les surfaces de son corps, et surtout la surface pulmonaire, doit tendre à se soutenir et doit peser moins vers la terre, ou de l'énergie de son aspiration. Qu'un homme debout dans le plateau d'une balance aspire fortement l'air, on verra le plateau s'élever, si le poids qui lui fait équilibre n'est pas trop celui du corps humain. Toiletté également d'ailleurs, un homme assoupé pèse plus qu'un homme qui veille; l'homme qui se repose pèse plus que l'homme qui aspire la vengeance; le cadavre enfin pèse plus que l'homme qui se nourrit, car il prend pèse comme un corps inerte, tant qu'elle n'est point assimilée. *caput mortuum* n'en a pas été rejeté. Il pourra donc se faire que l'homme pèse réellement son poids se soit accru d'une manière considérable.

4114. LARRET (1735). — Ce liquide

ps tenu en suspension, a été fort auquelin et Fourcroy l'ont trouvé ucoup d'eau, d'un peu de mucus, le quantité de soude, de sel marin, chaux et de soude.

VE (3538); MUCUS NASAL (3696); JE (3545), PANCRÉATIQUE (3559), 58), BILE (3560); EXCRÈMENTS (3598). sujet ce que nous en avons dit à respectifs.

—L'urine est aux produits liquides on, ce que les excréments sont au re; c'est le *caput mortuum* de les deux reins; deux glandes dont mulent des cavités stomacales com- utes par une ouverture pylorique uretères, qui déversent l'urine dans itrale, laquelle est comme le rec- e cette déjection liquide. L'urine le composition, dans la même lati- xcréments solides. Elle renfermera stances que l'élaboration stomacale e aura pu introduire dans l'organi- ne se trouveront nullement aptes à

L'urine en conséquence varie de rieur et de composition chimique, ns, la fatigue, l'indisposition, le 'alimentation, et surtout selon la maladie. A l'état de santé, ses caract des substances que l'alimentation rganes; à l'état de maladie, au con- lifficulté qu'ont les organes à s'assi- nanière normale les produits que leur avait apportés. Tout le monde perges ingérées dans l'estomac com- sitôt une odeur vireuse aux urines; nthine, au contraire, la résine et i communiquent l'odeur de la vio- r'une goutte d'acide acétique dégage l'urine de certaines personnes.

ur urineuse provient du carbonate : que toutes les urines possèdent; odeur qui se modifie, selon que le noniacal se mêle en plus ou moins rtions avec les diverses substances 5).

at normal l'urine est acide, c'est-à- els ammoniacaux s'y trouvent avec d'acide. A l'état d'une indisposition elles sont neutres, l'acide se satu- uvelle quantité d'ammoniaque dé- at de maladie elles sont alcalines,

l'ammoniaque y arrivant de plus en plus en excès. Mais dans l'un et dans l'autre cas, toute la diffé- rence de cette réaction réside dans une différence de proportions de l'acide ou de la base. Aban- donnée à elle-même au contact de l'air, l'urine la plus acide ne tarde pas à devenir ammoniacale et à se putréfier, en répandant de plus en plus, dans les airs, du carbonate et de l'acétate d'ammonia- que. Sa pesanteur spécifique varie de 1,005 à 1,050.

4119. La composition de l'urine a été étudiée par tant de chimistes depuis Brandt et Kunkel, Rouelle le cadet et Schéele jusqu'à nos jours, qu'il serait difficile à la chimie en grand d'y trouver de nouveau quelque chose qui eût échappé à nos devanciers. Nous nous contenterons donc de sou- mettre à notre méthode d'évaluation l'analyse de Berzélius, celle qui résume le mieux toutes les autres. D'après cet auteur, 1,000 parties d'urine humaine seraient composées de :

Eau . . . . .	953,00
Urée . . . . .	50,10
Sulfate de potasse . . . . .	3,71
Sulfate de soude . . . . .	3,16
Phosphate de soude . . . . .	2,94
Sel marin . . . . .	4,45
Phosphate d'ammoniaque . . . . .	1,65
Hydrochlorate d'ammoniaque. . . . .	1,50
Acide lactique libre. . . . .	
Lactate d'ammoniaque. . . . .	
Matière animale soluble dans l'al- cool, et qui accompagne ordi- nairement les lactates . . . . .	17,14
Matière animale insoluble dans l'alcool . . . . .	
Urée qu'on ne peut séparer de la matière précédente . . . . .	
Phosphate de chaux et de magnésie.	1,00
Acide urique . . . . .	1,00
Mucus de la vessie . . . . .	0,32
Silice. . . . .	0,03
	<hr/>
	1000,00

4120. 1° L'eau diminue ou augmente en pro- portion, selon les époques de la journée, à laquelle on prend les urines, et selon l'état hy- giénique de l'individu. L'urine, si épaisse et si trouble le matin, devient limpide et quelquefois même incolore dans la journée. Le chiffre de l'analyse précédente ne représente donc qu'une des milliers de proportions, pour lesquelles l'eau est dans le cas d'entrer au mélange.

4121. 2° L'urée, considérée d'abord comme un



principe immédiat, vu que la potasse n'en dégagait pas la moindre parcelle d'ammoniaque. L'urée, depuis les expériences de Wœhler, ne saurait plus être considérée que comme un cyanate d'ammoniaque. Nous reviendrons sur sa composition intime, dans la deuxième classe du système. Ici nous ferons observer que le nombre de 50 sur mille n'est qu'approximatif, puisqu'il en est une portion que l'analyse ne parvient jamais à isoler complètement de la matière animale (albumine coagulée).

4123. Les sels isolés qui se rangent après l'urée, varient en proportions, selon toutes les circonstances ci-dessus mentionnées.

4123. 3°. La masse de substance collée 17,14 renferme trop de choses disparates, pour représenter ce qui se passe dans la nature. C'est l'*énormité* *sedes* de l'analyse, et l'auteur aurait pu la diviser en deux portions : l'une renfermant la liste des substances isolées, et l'autre le magma confus et informe où toutes les substances précédentes se trouvent confondus, les eaux mères enfin de l'opération. L'acide lactique libre (4011), c'est l'acide acétique albumineux. Le lactate d'ammoniaque est l'acétate d'ammoniaque; le carbonate n'y est nullement mentionné. La matière animale soluble dans l'alcool qui accompagne ordinairement les lactates, n'est que l'albumine rendue soluble dans l'alcool, par la présence de l'acide acétique ou d'un acétate acide ou ammoniacal. La matière animale insoluble n'est que la quantité de la même albumine, qui n'a plus rencontré de menstrue acide ou alcalin, pour devenir soluble dans l'alcool. Car s'il existe, dans un mélange albumineux, une quantité de menstrue capable d'en rendre soluble la moitié seulement dans l'alcool, il est évident que l'albumine se divisera en deux portions distinctes : l'une qui se dissoudra, et l'autre qui refusera de se dissoudre dans la liqueur alcoolique.

4124. 40° Les phosphates de chaux et de magnésie s'y trouvent plus ou moins mélangés ou combinés au phosphate d'ammoniaque, et les procédés d'extraction sont capables d'en rendre le précipité plus ou moins considérable, en associant une partie du sel à un acide ou à une nouvelle quantité de base. Or ces associations artificielles cristallisent tout aussi facilement que les combinaisons les plus naturelles, seulement on remarque alors que la forme des cristaux est plus ou moins altérée, et plus ou moins différente d'elle-même.

4125. 5° L'acide urique est compris dans ce précipité floconneux jaune, ou orangé, qui

forme le sédiment des urines, et l'attache au vase comme une incrustation. Nous avons vu comment on était enclin à considérer théoriquement (405t). La variété à l'infini, selon les dispositions. Remarquez que l'acide oxalique ne joue aucun rôle dans cette analyse, quoique ce sel se rencontre fréquemment des calculs d'oxalate de chaux; il faut que l'analyse fonde l'un de ces sels, avec l'une quelconque des substances qu'elle a isolées.

4198. 6° Le MUCUS DE LA VESSIE mention toute particulière. Il y a déjà que nous avons établi en principe qu'il y a de toute surface épidermique ou muqueuse de la surface du chorion et de la surface de la gestation; que pendant le temps de la gestation; que la surface avait sa caduque, et s'exfoliait, et faisait son temps, soit sous forme de membrane, soit en se désagrégeant en morceaux délassant les petites vésicules qui auparavant les cellules élémentaires de (1900, 1906); la surface muqueuse de la vessie, du canal de l'urètre, etc., ne raient présenter une exception à une règle générale. Ces surfaces s'exfolient à la suite de la sécrétion d'un liquide urinaire, en lambeaux moins microscopiques, un tissu qui est apte à élaborer. On conçoit d'avance que les lambeaux changeront de caractère selon les constances; combien l'urine en offre-t-elle dans le cas d'atome générale, combien elle en offre-t-elle dans le cas d'un volume considérable de tel cas d'inflammation, ensuite combien les branes désagrégeées apparaîtront simplement et de réfraction dans un cas, et de contraire de globules noirs seront de les bosseler et de se dessiner sur la surface de leur champ visuel. Ces flocons albumineux et privés de vie, ont une prononcée à se décomposer, à fermenter d'une manière intestinale; toute fermentation de gaz; les gaz emprisonnés dans un tissu sont en globules la capacité qu'ils ont de devenir ensuite les rayons lumineux en eux. Il y aurait plus que perte de temps à mesurer de ces globules, émanés d'une source; autant vaudrait-il s'amuser à mesurer de toutes les bulles de savon qu'on souffle à son chalumeau de paille. Mais l'anomalie signalée par les chimistes est partie d'un double emploi de ce mot;

de la vessie, même alors qu'elle a ps, est un composé de tissus insolubilisés, de tissus moins avancés et des menstrues acides ou alcalins, solubles dans l'eau; enfin d'albumine même. Quant à celle-ci, dissoute dans l'eau, tendra à s'en précipiter sous forme de précipité; et par suite de la violence du menstrue; ou sous forme de précipité, quand le précipité se fera lentement, soit par suite de l'évaporation, soit par suite de la saturation graduée; dans l'un et dans l'autre cas, les globules varieront de forme et de tous les accidents qu'il est possible dans la marche de l'évaporation ou de la saturation (3458).

Outre les substances que l'urine renferme généralement, on peut y rencontrer encore les produits des lésions de l'organe, et des écoulements anomaux du système urinaire, c'est-à-dire le pus, le sang, les globules spermatiques. Il n'est pas si facile de le croire, au premier coup d'oeil; mais au microscope ces produits des précipités albumineux qui sont de la nature de l'urine; car il n'en est pas qui se déforme, en séjournant le plus longtemps dans le liquide urinaire. En effet les globules de pus et de sang s'étendront outre mesure dans l'urine ammoniacale, et même acide; ils périront dans la fibrine coagulée par les acides terreux; et les animalcules spermatiques, de vie et de mouvement, dans un milieu désorganisateur, n'y apparaîtront que comme des globules, privés de queue, laquelle est visible, dans un milieu aussi dense que celui que l'on voit par le long sillon qu'elle trace en passant à la matière colorante du sang, de moyen pire pour en distinguer la nature: au microscope composé, et quand l'urine est rougeâtre, le reflet qui se voit dans le cas de communiquer, aux globules de l'albumine urinaire, une couleur analogue à celle que tout globule insoluble contracte, quand il est plongé dans le liquide colorant du sang rouge. Dans les urines de sang se reconnaissent mieux

à la vue simple, qu'au moyen des verres grossissants.

4128. 8° Nous avons déjà parlé du sucre que les urines possèdent dans le diabète (3249). Dans ce cas, la réaction du sucre et de l'albumine peut donner lieu à un produit alcoolique.

4129. 9° On a rencontré des urines rouges, bleues, et même noires. Cantu a signalé le bleu de Prusse (hydrocyanate de fer), dans l'urine d'une jeune fille affectée de diabète sucré; Fourcroy, dans le sang d'une femme hystérique. Brugnatelli dit avoir trouvé de l'acide prussique dans l'urine d'une hydropique; Braconnot prétend que cette matière bleue est une matière particulière azotée qui posséderait jusqu'à un certain point les propriétés des bases salifiables; cette substance, il l'a appelée *cyanourine*, et *mélanoourine* une substance noire, qui se trouvait avec la précédente, dans la même urine. Proust avait nommé *acide mélanique*, une substance noire analogue à la *mélanoourine* de Braconnot. Mais ces trois créations nominales ne sont basées sur aucune expérience précise et décisive.

4130. 10° On a vu des urines d'un aspect laiteux, et d'où se déposait une espèce de crème coagulable par l'ébullition, ayant les propriétés du caséum, et cédant à l'éther une matière grasse; c'est que ces urines étaient chargées de la substance albumineuse et oléagineuse du sang, dissoute en partie, et en partie sous forme globulaire (\*). Car les reins, dans des cas anomaux, sont capables d'extraire, du sang, plus de substances utiles à la nutrition que de substances de rebut; ils peuvent même laisser passer dans les uretères, le sang tout entier, avec sa matière colorante.

4131. 11° D'après Wœhler, les carbonates, nitrates, chlorates, borates, silicates de potasse et de soude, le cyanure jaune de potassium et de fer, passent, des voies digestives, dans les urines, le sulfure de potassium en se transformant en sulfate. Les acides oxalique, tartrique, y arrivent à l'état d'oxalate et de tartrate de chaux; les acides gallique, citrique, benzoïque, succinique, y passeraient aussi d'après lui. Les cerises, les mûres, les framboises leur communiqueraient la propriété de rougir par un acide, et de verdier par les alcalis. Les acides minéraux, les sels de fer oxydé, les préparations de bismuth et de plomb, l'alcool,

\* Le lait et le ferment, dont on se sert pour faire ce magma, sont impropres, en ce sens qu'ils ne peuvent assimiler, au lait ou à la levûre, une urine qui

en possède l'élément principal, mais l'élément répandu dans toute la nature organique; le mélange d'albumine et d'huile.

l'éther, le musc, le tournesol, le carmin, l'orcanelle n'y passeraient jamais.

4132. On a cherché à analyser comparativement les urines d'un certain nombre d'animaux, mais ces analyses ne sont ni assez complètes, ni assez nombreuses pour se résumer en règles générales; ce qui en est résulté de plus saillant, c'est que l'urine des mammifères carnivores est acide, l'urine des mammifères herbivores est alcaline, et ramène au bleu le tournesol rouge par un acide; que l'urine des oiseaux et des animaux amphibies est formée presque entièrement d'acide urique, en partie combinée avec l'ammoniaque, ne contenant ni urée, ni phosphate acide, ni *acide lactique libre*, ni hippurates (4058), ni carbonates.

4133. Nous nous occuperons de ces substances et des calculs urinaires dans la deuxième classe du système.

4134. **Musc.** — Substance à demi fluide et odorante, et tellement divisible qu'un fragment gros comme la tête d'une épingle, peut remplir, de l'odeur caractéristique de ce corps, pendant l'espace d'une vingtaine d'années, un appartement ouvert à tous les vents. On la trouve dans une poche que porte, en avant du prépuce, le chevroilin mâle (*moschus moschiferus*, L.) du Thibet et du Tonquin; elle ne nous arrive que falsifiée avec de la graisse ou de la résine. Nous attendons avec impatience que le musc ait sa *muscine*, comme la graisse de bouc a son *hircine*. Geiger et Reimann y ont signalé de la stéarine, de l'oléine, de la cholestérine, une résine, une substance nouvelle combinée avec la potasse et l'ammoniaque, de l'acide lactique ammoniacal, divers sels et du sable.

4135. **CIVETTE.** — Substance d'une consistance sirupeuse, d'une couleur jaune pâle, d'une saveur un peu âcre, d'une odeur qui tient du musc et de l'ambre, mais forte et aromatique; elle est transsudée par les parois d'une petite poche, que porte, entre les testicules et l'anus, le mâle de deux petites espèces de quadrupèdes du genre *viverra*, qui vivent l'un en Afrique, et l'autre dans l'Asie. Boutron-Charlard y a signalé de l'ammoniaque libre, de la résine, de la graisse, une matière extractiforme, du mucus; et, par l'incinération, du carbonate, du sulfate de potasse, du phosphate de chaux, et de l'oxyde de fer. Il nous manque une *civetine*; la civette renferme assez de substances pour en composer une.

4136. **CASTOREUM.** — Substance cassure résineuse, d'une saveur et d'une odeur forte et fétide. On la trouve en consistance onctueuse et même fétide dans les organes générateurs du castor, dans les sacs accollés à la manière des deux poches situées chez le mâle en arrière du vagin, et chez la femelle, au bord supérieur du vagin. D'après l'analyse de Brande, serait composé de 1 d'huile volatile de 2,05 de *castorine*; de 15,85 de résine benzoate et d'urate de chaux; de 0,01 de 0,30 d'extract alcoolique et de 4,60 de matières animales dans l'alcool; de 19,20 parties de peau, soit terreuse, soit ammoniacale; porte sa condamnation dans le ch. 35, 35 eau et perte. Mais du moins une *castorine*.

4137. **VENIN DES SERPENTS.** — N'empoisonne que par la piqûre, et digère impunément, mais dont l'effet est d'autant plus violent, que l'accident se passe dans les pays plus chauds ou dans la saignée; et le sont d'autant moins que l'individu est jeune. Cette substance est déversée par les glandes spécial, dans l'intérieur des creuses et mobiles, qui le déposent, sur leur sommet, dans le tissu qu'elles occupent.

4138. **ENCRE DE SEICHE.** — Liqueur seiche déverse dans l'eau, pour se débarrasser de l'ennemi qui la poursuit. Elle est vir d'encre pour la peinture à l'aquarelle; attribué cette coloration à une matière, qu'il a appelée *mélaine*, substance tenaissant évaporant l'encre à sécher, pour en tirer le résidu successivement avec l'alcool, de l'acide hydrochlorique ajoutant sur la fin du carbonate de chaux. La *mélaine* serait noire, pulvérisée dans l'eau, l'alcool, l'éther, les acides sulfurique et acétique, dans l'acide sulfurique et dans les carbonates de chaux; mais l'acide sulfurique concentré et dans les carbonates alcalins. La *mélaine* est une modification de l'encre de seiche soumise à l'analyse.

4139. **MIEL ET CIRE.** — Voyez ch. 3866.

4140. **SOIE.** — La soie est une substance

re spécial à certains insectes, aux araignées, etc. Fluide dans l'organe elle se concrète en s'étirant, et durcit dès son exposition à l'air, en éprouant un rétrécissement appréciables. On n'a pu faire d'une analyse exacte de la soie ; mais on l'a fait suffisamment connaître par l'analyse qu'on a trouvée que la soie de la chenille composée de 72 à 73 de soie pure, matière gommeuse, de  $\frac{1}{366}$  de cire et

matière colorante qui manque dans la soie qui est jaune dans la soie jaune, bleue provenant des rares cocons bleus. Il n'y a pas moins que la soie est tout entière à elle seule figure dans l'analyse comme matière première. Mais pour que l'analyse soit complète, il sera nécessaire qu'elle soit nommée, c'est-à-dire que l'étude de la soie, depuis la source de la sécrétion complète coagulation, et surtout que les vers ou postérieurs à l'incinération négligés. On trouvera peut-être alors un mélange de gluten acide, de sucre lactique, qui prend la consistance du gluten en se dépouillant, par le contact de l'eau, commune à ces trois sub-

que toutes les autres sécrétions, la force, de consistance, d'éclat et de couleur à la teinture, selon le genre de l'insecte, le climat qu'il habite, dont il est l'objet. Dans le midi de la France les cocons que file le ver à soie sont étranglés par le milieu ; ils pèsent beaucoup de soie. Dans le nord de la France les cocons qu'on leur prodigue, sont plats, acuminés par les deux bouts et cédant sous les doigts ; ils pèsent peu et donnent moins de soie. La chenille ne sert à rien qu'à pondre des œufs, elle se sème dans le cocon du Nord que du Midi ; elle s'est épuisée en soie, entièrement sacrifiée à son ouvrage dans le midi. Tous les raffinements que l'art de la production de la soie dans le Nord n'a jamais cet air imprégné naturellement et de lumière, qui arrive à l'insecte et qu'il dévore, et par tous les stigmates de son corps. On ne saurait trop admirer avec quel

instinct délicat et quelle sûreté de prévision les insectes utilisent la propriété qu'a la soie de se coaguler au sortir de la filière. On ne voit jamais le fileur faire une pause, et se laisser aller à une distraction qui permettrait au fil de se coaguler, avant d'avoir été soudé, par le rapprochement, à un autre fil de la trame. L'araignée porte-couronne (*aranea diadema*) (3073) forme une trame verticale et rayonnante de fils, qui partent d'un centre arbitraire, et vont s'attacher à tous les rameaux qu'elle peut rencontrer sur ce plan ; l'araignée vient ensuite se placer vers le centre, l'abdomen, que termine la filière, en dehors, et tourné vers la circonférence ; alors, s'attachant par les pattes de devant à la trame, elle se sert, pour dévider et tisser en même temps le fil, de ses deux pattes de derrière ; avec l'une elle accroche un fil de la trame, avec l'autre elle saisit le fil qui est sorti préalablement de la filière, et s'est concrété à l'air ; elle le tire au dehors, et le dévide de la longueur qui convient, pour qu'il arrive à la hauteur de la trame suivante ; et là, en rapprochant ses deux pattes, par un mouvement brusque et par une forte pression, elle agglutine le fil avec la trame, avant que celui-là se soit desséché ; le fil se soude en se coagulant, et l'araignée a terminé ainsi une maille à deux côtés droits et divergents, et à deux autres presque courbes et concentriques ; de là elle s'approche d'un autre fil rayonnant de la trame ; sans briser le fil continu qui tient à sa filière, elle en étire une nouvelle longueur, l'agglutine de nouveau par rapprochement, achève ainsi une nouvelle maille semblable à la première ; et en continuant ce mouvement de rotation rétrograde, l'araignée décrit des spirales dont les tours s'agrandissent de plus en plus, et dont chaque maille a exigé pour ses quatre angles tout autant de mouvements de l'animal. Quand la distance des deux fils rayonnants de la trame commence à devenir trop grande, l'araignée entend un intermédiaire, qu'elle attache d'un côté au milieu de l'un des fils du tissu, et de l'autre à un nouveau rameau de l'arbre.

4143. Les chenilles qui s'emprisonnent dans les feuilles des arbres, parviennent à les rouler en cornet, en utilisant la propriété coagulatrice de la soie ; elles en rapprochent les deux bords par le même mécanisme, mais par le procédé contraire à celui qu'employa Fontana, pour faire arriver, sur le dé de pierre, l'obélisque qu'il avait soulevé dans les airs. Fontana mouilla les cordes pour en opérer le retrait ; la chenille sait que la dessiccation fait subir à sa petite corde un retrait ana-



logue; elle attache un fil à l'un des bords de la feuille, et puis l'autre bout au bord opposé; le retrait du fil rapproche d'autant les deux bords, et d'autant plus que le soleil est plus ardent; cela fait, elle en attache un autre un peu au-dessous du premier, et elle rapproche d'une nouvelle quantité les deux bords de la feuille, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'un des bords vienne recouvrir l'autre, et que la feuille forme un cornet, dans lequel la chenille s'emprisonne, et dont elle a grand soin de ne ronger que la paroi intérieure.

## § II. Désorganisation saccharo glutinique ou fermentation alcoolique.

4144. ALCOOL. — Déposez dans l'eau, à la température ordinaire et au contact de l'air atmosphérique, ou au moins de l'oxygène, 100 parties en poids de sucre, et 1 partie et demie de gluten ou de levûre de bière; la fermentation ne tardera pas à se manifester par le dégagement de bulles d'hydrogène et d'acide carbonique, et cela avec d'autant plus d'intensité que la température sera plus élevée; et quand ce mouvement intestin aura cessé, si l'on soumet le liquide à la distillation, par une chaleur de 80° environ, et qu'on ait la précaution de faire passer les vapeurs à travers du chlorure de chaux parfaitement sec, on obtiendra dans le récipient un liquide incolore, volatil, odorant, qui produit sur l'estomac un grand développement de chaleur, ne rougit pas le tournesol, et ne bleuit pas le tournesol rougi par un acide; d'une densité de 0,79355 à 17°, 88, qui bout à 78°, 41 sous la pression de 0<sup>m</sup>,76, qu'un froid de 68° ne congèle pas, et qui est mauvais conducteur du fluide électrique. Ce liquide est miscible à l'eau, dissout à la température ordinaire deux fois et demie autant d'oxygène que l'eau, s'en-

	Carbone.
100 d'hydrogène carbone × 4	348
100 d'eau	× 3 =
	348
nous aurons	= 7 = 49,714

nombre dont les différences sont dans les limites des dissidences que nous avons eu tant de fois l'occasion de remarquer entre les analyses des divers auteurs.

4146. L'alcool peut donc être considéré comme du carbure d'hydrogène, retenant en dissolution trois septièmes de son poids d'eau. C'est alors ce que nous appelons l'alcool anhydre, c'est-à-dire

flamme à l'approche d'un corps en brûle d'une flamme blanche, sans résidu; il dissout le soufre et le phosphore en petite quantité, l'iode, qui le colore en brun, se transforme en acide hydriodique. Il dissout le chlorure, les acides, la potasse, la soude, le magnésium, les résines et huiles essentielles, le sucre et ses divers mélanges, coagule les solutions de gomme, d'albumine, de gluten, et ne dissout aucune des bases des sels qui sont insolubles dans l'eau. On se nomme *alcool* en chimie, *esprit* dans les arts, et *eau-de-vie* dans le commerce, quand il est mêlé à une quantité qui ne saurait être moindre de la moitié total. L'alcool forme la base du vin, et est regardé comme un mélange d'eau et d'alcool en considérable. d'alcool en moindre de sels, et spécialement de tartrate de potasse, et d'une matière colorante rouge, et dont la nuance s'altère avec le temps.

4145. D'après l'analyse de Saussure, le composé se composerait de :

Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
61,98	34,32	1

En effet, si l'on a tiré, par le procédé usité en ce cas (4002), la formule atomique ou  $C_4 H_5 + H_2 O$ , ce qui équivaut à deux volumes de bicarbure d'hydrogène et un volume de vapeur d'eau. En laissant la formule théorique, et en ne nous attachant qu'aux nombres fournis par l'expérience, on trouverait presque identiques à ceux de Saussure, les nombres de quatre parties en poids de carbone et de trois parties en poids d'hydrogène.

Oxygène.	Hydrogène.
267	52
267	53
— = 38,143	85
7	7

l'alcool auquel le contact le plus prolongé du chlorure de chaux ne saurait désorganiser une seule molécule d'eau, et qui vient de tout mélange intime de deux substances qui se dissolvent mutuellement. Il arrive que les quantités de l'une et de l'autre sont dans des conditions telles, qu'elles ne se séparent plus l'une et l'autre à aucune espèce



agissent que toutes les deux ensemble. e l'eau unie à l'hydrogène carboné hydrogène carboné uni aux acides or- autres (3684).

s avons fait observer depuis longtemps ent n'agit, dans la fermentation al- l'en qualité de tissu; qu'il peut être ec un égal avantage par toute espèce à base d'ammoniaque, l'albumine, ous avons même vu le dépôt des tégu- fécule en transformer la substance lcool (926), sous l'influence de certai- nces atmosphériques; les débris des microscopiques seraient dans le cas ferment à une dissolution sucrée (\*). ait établi nous donnera la théorie de la dans la dernière partie de cet ouvrage. cool, laissé en contact avec les tissus t engendré, se transforme en acide en est de même, lorsque l'alcool est ct soit avec des tissus ligneux et des il avec des corps poreux d'une cer- , mais surtout avec du noir de pla- roduit de l'*acétal*, dont nous aurons per plus bas, et de l'acide acétique. e la mèche de la lampe à alcool dans a introduit un fil de platine; si on itement, le fil restera rouge de feu, duira un acide qui paraît identique, chimistes, à celui que donne l'éther irconstance.

chimistes habitués à considérer le me un principe immédiat, comme un aternaire de carbone, d'hydrogène, et d'azote, se trouvaient fort embar- expliquer ce que devenait l'azote de nce, pendant les diverses phases de la n. Mais l'azote n'existant dans les eux qu'à l'état de sel ammoniacal, et e décomposant pas pendant cet acte, seulement des modifications dans sa et son agrégation, l'azote reste ce et il se retrouverait à l'analyse, si réunir tous les fragments glutineux être désagrégés, sont montés en sus- s le liquide. On s'est trouvé également, quand, par la synthèse, on a cher- ver dans les produits les quantités des employées; on a vu que l'alcool et les s ne représentaient rien moins que la

on ne s'attende pas à nous voir réfuter une que de 1837, dans laquelle l'auteur, peu fami- e les observations microscopiques, a établi une . — TOME II.

totalité du sucre employé. Mais il nous semble évident que l'autre quantité doit être supposée combinée avec les sels ou les bases que le ferment a cédés à l'eau; car le ferment est un mélange de bien des choses. Supposez qu'il renferme une résine ou une huile, une portion d'alcool s'associant à ces deux substances, ne passera pas dans le récipient; supposez qu'il se forme un acide, il se saturera et se fixera, si volatil qu'il soit, en se combinant avec une des bases fixes du tissu glutineux; les produits de la fermentation, nous l'avons dit depuis longtemps, doivent donc être cherchés non-seulement dans le récipient, mais encore dans la cucurbite.

4150. ÉTHER PROPREMENT DIT, OU ÉTHER SULFU-RIQUE.—C'est l'éther le plus anciennement connu (sa découverte remonte au xvi<sup>e</sup> siècle) et le plus généralement employé. L'acide sulfurique sert à l'éliminer de l'alcool, mais n'entre pour rien dans sa composition intime; liquide incolore, d'une odeur forte et suavement éthérée; sur les mu- queuses et la langue, il produit une impression de chaleur et une saveur piquante; sur les surfaces épidermiques, en contact avec l'air atmosphé- que, il produit, par la rapidité de son évapora- tion, une impression agréable, et souvent utile- ment révulsive, de froid; mauvais conducteur de calorique, mais réfractant fortement la lumière; fluide même à un froid de — 50°, il se vaporise instantanément à la température ordinaire, et sa vapeur prend feu à l'approche d'un corps enflammé, ce qui oblige le manipulateur d'avoir recours aux précautions les plus grandes; il bout à 35°,66 sous la pression de 0<sup>m</sup>,76, et sous le vide, à la température ordinaire; il se décompose à la cha- leur rouge, en passant par un tube incandescent, en gaz hydrogène carboné et oxyde de carbone, en huile, en charbon, et quelques traces d'acide carbonique. En contact avec l'air atmosphérique, d'après Dobereiner, il l'absorbe, se combine avec l'oxygène qui le transforme en acide acétique (4148), et il garde en dissolution l'azote libre; d'où il arrive que jusqu'à son entière transforma- tion, le mélange doit offrir successivement de l'acide carbonique éthéré, de l'éther acétique, et peut-être de l'acétate éthéré d'ammoniaque, si le flacon est resté exposé à l'obscurité; exposition favorable à la transformation de l'azote en ammo- niaque, dans tous les milieux qui possèdent l'hy-

théorie de la fermentation sur la présence indispensable des monades vivantes. La forêt des moisissures dans le lait (3360), a été le second tome de cette communication importante.

hydrogène au nombre de leurs éléments. Un fil de platine incandescent plongé dans l'éther y devient tout à coup lumineux, et répand des vapeurs phosphorescentes, il le transforme en acide, d'après Davy. La pesanteur spécifique de l'éther est de 0,71192 à la température de 24°.77. L'éther dissout le soufre et le phosphore qui le rend phosphorescent, le brome qui le rougit, l'iode qui le colore en brun. Le chlore gazeux l'enflamme à la température ordinaire; le potassium et le sodium le décomposent, en s'oxydant avec effervescence. Les métaux s'y oxydent, mais ne s'y dissolvent pas; la potasse, d'après Boullay, et l'ammoniaque s'y dissolvent, mais les alcalis l'altèrent par la chaleur. L'eau en dissout, à la température ordinaire, la dixième partie de son poids, et l'éther absorbe une petite quantité d'eau. L'alcool s'unit à l'éther en un liquide incolore, d'où l'eau dégage l'éther. D'après les expériences de Gay-Lussac, l'éther serait composé de :

Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
65,31	21,36	13,33

nombre que nous retrouverions presque, en soumettant à l'analyse élémentaire un mélange de cinq septièmes d'hydrogène carboné = gaz oléfiant, et de deux septièmes d'eau; nous aurions en effet en calculant par nombres ronds :

65,57	23,43	12,45
-------	-------	-------

Or les meilleures analyses de cette substance ne peuvent s'obtenir qu'au moyen d'une perte de produits, qui jette, nous en sommes sûr, dans des différences plus grandes. On voit ainsi que l'éther est de l'alcool, moins un septième d'eau.

4151. On peut préparer l'éther sulfurique avec les acides sulfurique, phosphorique, arsénique, fluorhydrique; mais l'acide sulfurique, à cause de sa grande avidité pour l'eau, est celui qui donne un produit plus abondant et plus facile à obtenir. On introduit dans une cornue de verre à une tubulure (fig. 34 c, pl. 1), parties égales d'alcool et d'acide sulfurique concentré, mais en ayant soin de verser l'acide peu à peu, et de favoriser, par l'agitation, le mélange, qui ne s'opère qu'en dégageant beaucoup de calorique; on place la cornue dans un fourneau muni de son laboratoire, et on la fait communiquer par une allonge (fig. 34 a, pl. 1), avec un ballon qui communique lui-même avec deux flacons, avec l'un directement par sa partie inférieure, et avec l'autre latéralement par un tube; on chauffe la cornue

jusqu'à ébullition légère; l'éther vient se condenser dans les deux flacons; ce que le liquide distillé soit à peu près deux tiers d'alcool employé. Car, dès qu'il commence à s'élever des vapeurs, si l'on continue la distillation, il se dégage sulfureux une petite quantité d'huile sous le nom d'huile douce de vin, le gaz hydrogène bicarboné ou gaz de l'acide carbonique; le liquide noir qui l'alcool se carbonise. L'éther retient un peu d'alcool et un peu d'eau, un peu sulfureux et d'huile douce de vin. On retire en le mettant en digestion pendant quelques heures, avec un quinzième en poids de la chaux, que l'on agite dans le Baccus, pour absorber le gaz sulfureux; on décante l'éther avec de l'eau pour enlever l'acide distillé ensuite sur du chlorure de calcium le dépouiller de la quantité d'eau qu'il

4152. Les chimistes diffèrent entre la théorie des phénomènes qui présentent diverses phases, l'éthérification, et la distillation qui s'est élevée à cet égard, et l'exactitude et de la logique n'est pas resté aux jeunes chimistes français pour prendre parti ni pour les uns ni pour les autres; car nous doutons même de la composition de l'éther. Si l'éther nous servait d'une ancienne expression, l'alcool déphlegmé; s'il n'est que de l'eau, nous n'aurions aucun moyen de nous expliquer pourquoi il ne déphlegmerait pas l'alcool, tout ce que le fait l'acide sulfurique; pourquoi le dichlorure et l'acide concentré ne pas un éther identique avec l'éther. Pourrait-on assurer, comme on assure, que l'éther ne renferme aucune parcelle d'arsenic, de phosphore, quand il a été l'action de l'acide sulfurique ou par l'acide phosphorique. Si l'éther contient une certaine quantité d'acide sulfurique, d'une manière que nous ne saurions dire, à une certaine manière de l'opération, par laquelle on traite le moyen de l'acide sulfurique, il doit en s'en dégager, dès le principe de l'opération, une certaine quantité d'acide sulfurique, et toujours, quoi qu'on fasse, une certaine quantité d'acide sulfurique. Je n'ajouterai pas que l'une des propriétés est d'augmenter l'indice de réfraction.

lvent, témoin le carbure de soufre; c'est d'après une analogie de cette Newton devina la composition du

**ANGÈS D'ACIDES ET D'ALCOOL.**— *Acide* . — On a donné ce nom au mélange rique et d'alcool, qui s'opère à la ordinaire. Par la même raison on mer celui d'*acide sulfhydrique* au u et d'acide sulfurique; et celui *léique* au mélange d'huile et du sorte d'innovation qui ne mérite le e qu'elle est trop incomplète. Mais ons accorder la même indulgence à on de *bisulfate* de *bicarbone* d'*hy-* *draté* que l'école universitaire de ché à substituer à celui d'*acide sul-* est une expression qui blesse toutes a nomenclature chimique, et détruit ceptions reçues des terminaisons. ie serait-on jamais dans le cas de le sulfate de baryte ou autre, et ce *ulfate* de *bicarbone* d'*hydrogène* est-ce qu'un sulfate qui agit sur les ement comme le ferait la même de sulfurique?

Blange d'acide phosphorique et d'al- nom d'*acide phosphovinique*. On nme le sulfovinique, en traitant ne ou deux parties d'acide, laissant posé pendant quelques minutes à ire de 60 à 80°, saturant par le car- yte, qui produit un sulfovinate in- autre soluble et un phosphovinate; ant ces sels par la quantité stricte- ire d'acide sulfurique, filtrant et is le vide, jusqu'à un certain point, ra le départ de l'alcool et de l'acide; aique et l'acide phosphoviniquesont rer comme tout autant d'*acides sul-* jusqu'à présent ils n'ont pas été tement, et l'on n'a conclu leur com- e leurs sels à base de baryte. Quand à les analyser par eux-mêmes, on te fort désappointé, en y trouvant n quantité appréciable. Il n'est pas de ces acides qu'on ne puisse prévoir es considérant comme un mélange e une dissolution d'alcool et d'acide. l'éther, les mêmes acides produisent *l'éthérique*, *para-suléthérique*, i doute, des acides *phosphéthérique*

et *para-phosphéthérique*, composés qui ne mé- ritent nullement une attention spéciale.

4156. Lorsqu'on distille un *sulfovinate* de *chaux*, on obtient dans le récipient une huile jaunâtre, verte ou incolore, connue sous le nom d'*huile douce de vin pesante*, qui est, d'après nous, un mélange d'alcool privé d'eau ou carbure d'hydrogène (gaz oléfiant) et d'acide sulfureux (4152); c'est, d'après les chimistes, un *sulfate neutre hydraté de bicarbonate d'hydrogène*. Mais ce *sulfate neutre*, mis en contact avec de l'eau, se transforme en *acide sulfovinique* et en *huile douce légère*, qui tache le papier à la manière des huiles, épaisse à — 25°, et se solidifie à — 55°. Cette huile contient une huile concrète, qui se dépose en vingt-quatre heures, sous forme d'espèces de prismes brillants. La formule du *sulfate neutre*, etc. (huile pesante), serait, d'après Sérullas et Liebig :  $2 (SO^3 + C^8 H^8) + H^2 O$ ; et, d'après d'autres chimistes,  $SO^3 + C^8 H^8 + H^2 O$ . La différence, on le voit, n'est que du double.

4157. **ÉTHERS COMBINÉS AVEC UN ACIDE.** — L'éther joue ici le rôle des huiles, qui peuvent dissoudre une certaine quantité d'un acide quel- conque, et le dissimuler aux papiers réactifs. Ces éthers sont neutres, et il n'est pas un acide qui ne soit dans le cas d'en produire un avec l'al- cool, même l'*acide mucique* (3105)! car, malgré l'avertissement sur la nature de cet acide, nous n'avons pas moins eu un *éther mucique* dans ces derniers temps.

4158. En traitant 100 parties d'alcool rectifié par 63 parties d'acide acétique (3999) concentré, et 17 parties d'acide sulfurique du commerce, chauffant et évaporant jusqu'à ce qu'il ne reste que 125 parties dans la cornue, puis le liquide distillé par 10 de pierre à cautère, on produit de l'éther acétique, qui se rassemble à la surface en une couche distincte du liquide. Cet éther, très- soluble dans l'alcool, et d'une odeur mêlée d'éther sulfurique et d'acide acétique, se décompose complètement en alcool et en acétate de potasse, lorsqu'on le met en contact avec la pierre à cau- tère.

4159. En substituant l'acide oxalique à l'acide acétique dans cette opération, on obtient une liqueur brune qui, étendue d'eau, laisse déposer l'*éther oxalique* sous forme d'une couche oléagi- neuse pesante. On obtient un éther citrique, malique, gallique, kinique, benzoïque, etc., avec les acides de ce nom; mais, avec l'acide tartrique, on obtiendra un sirop brun épais,

mélange de *nitroviniate* (4155) ou de *sulfoviniate* de potasse ou d'éther. On obtient un *ether chlore* en faisant passer du chlore en excès à travers l'alcool, un *ether bichlore* (huile des Hollandais) en faisant passer du chlore en excès à travers du gaz hydrogène bicarboné; de l'*ether bromé et iodé*, en faisant passer le brome et l'iode dans l'alcool, un *ether nitrique* en distillant ensemble parties égales d'alcool et d'acide nitrique; un *ether hydrochlorique* en faisant passer l'acide hydrochlorique gazeux à travers l'alcool, un *ether hydriodique* en traitant deux parties en volume d'alcool, et une partie d'acide hydriodique; un *ether hydrocyanique* en distillant un mélange de cyanure de potassium et de sulfoviniate de baryte (Pelouze); en décomposant

un sulfoviniate par un proto ou un calin, on obtient un *mercaptan* (captans), qui est un *ether hydrogène* d'un *acide sulfhydrique* ou d'un *oxy-chloro-carbonique* en traitant l'acide chlorozincarbonique, etc. de ces éthers étant accompagné sur laquelle il s'étalent tous les autres éthers. (discussions théoriques.)

4160. L'ether sulfurique est dans le laboratoire, comme mes grasses et volatiles, du caoutchouc. L'ether acétique n'est employé. Nous terminerons cet article, en le comporte l'inexactitude du suivant :

ETHERS.	PÈSE	A LA température de	BOUILLIR à	SOUS LA pression de	COULEUR.
Sulfurique. . . .	0,713	15°,0	55°,7	m. 0,76	nulle
Acétique. . . .	0,866	7°,0	71°,0	d°	nulle
Nitrique. . . .	0,880	4°,0	41°,0	d°	jaunâtre
Oxalique. . . .	1,092	7°,5	185°,5	d°	oléagineux
Formique. . . .	0,910	. . . .	56°,0	d°	
Hydrochlorique .	0,874	5°,0	. . . .	. . . .	nulle
Hydriodique . .	1,021	22°,0	68°,0	d°	jaunâtre

4161. **ESPRIT PYROLIGNEUX, ESPRIT DE BOIS = ALCOOL, ou ÉTHER DE LA COMBUSTION.** — Ce liquide fut découvert en 1812 par Philipps Taylor, dans les produits de la distillation du bois. Nous décrivons le procédé d'extraction, en parlant de la décomposition violente et ignée; ici nous n'avons à donner que l'histoire de ses analogies et de sa composition. L'esprit de bois, ou esprit pyroligneux (*spiritus seu ether pyroxylicus*), est un liquide incolore, comme l'alcool, d'une odeur éthérée, qui rappelle un peu celle des fourmis (4009), et l'odeur d'huile de térébenthine, quand il n'a pas été entièrement débarrassé de son huile empyreumatique; d'une saveur brûlante, analogue à celle de la menthe poivrée; d'une pesanteur spécifique de 0,798 selon les uns, et de 0,828 selon les autres, à 20°; entrant en ébullition à 65°,5; se décomposant à une chaleur rouge; donnant lieu à de l'acide formique (4009), quand il est mis, comme l'alcool (4148), en contact avec le noir de platine, se dissout en toute proportion dans l'eau, quand il a été parfaitement débarrassé de l'excédant de son huile empyreumatique

ou contraire, une émulsion avec fait l'eau de Cologne (*solution essentielle aromatique*). — Quant à la fermentation, elle est trop grande quant à la née; soluble en toutes proportions dans l'alcool, et se dissout en moins dans les huiles grasses et essentielles. L'émulsion élémentaire serait de

	Carb.
d'après Macaire et	
Marcel . .	41,27
Liebig . .	53,84
Dumas et	
Pengot . .	37,97

La divergence est assez grande; ce qui provient autant du manque de l'impossibilité d'obtenir le produit de tout mélange, car il est impossible de bois ne reçoivent pas toute la sève, une certaine quantité de dégage, etc. etc. etc.

ure, oxyde de carbone, et surtout acide ou acide carbonique (3985), à la faveur de la combinaison du gaz oléfiant devient plus facile. Les nombres obtenus par l'analyse dépendent des proportions de ce mélange, proportions variables que le seront les modifications, et surtout les essences d'arbres employées à la distillation. Pour ne pas trop multiplier les combinaisons, nous nous arrêterons à dire que l'esprit de bois soit un mélange

de bicarbure d'hydrogène (gaz oléfiant) et d'eau. Nous retrouverons, à peu de chose près, les nombres de la première analyse ci-dessus, en supposant une combinaison de deux parties en poids de bicarbure d'hydrogène et de deux d'eau; les nombres de la seconde, en supposant un mélange de trois parties de gaz oléfiant, et de deux d'eau; et ceux de la troisième, en supposant un mélange de deux de gaz oléfiant et de trois d'eau. En effet, soient les mélanges suivants :

	Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
avec 2 de carb. d'hydrogène .	$87 \times 2$		$13 \times 2$
d'eau . . . . .	$11 \times 2$	$89 \times 2$	$11 \times 2$
	<hr/> 174	<hr/> 178	<hr/> 48
on aura . . . . .	$\frac{174}{4} = 43,5$	$\frac{178}{4} = 44,5$	$\frac{48}{4} = 12$
avec 3 de carb. d'hydrogène .	$87 \times 3$		$13 \times 3$
d'eau . . . . .	$11 \times 3$	$89 \times 3$	$11 \times 3$
	<hr/> 261	<hr/> 178	<hr/> 61
on aura . . . . .	$\frac{261}{5} = 52,2$	$\frac{178}{5} = 35,6$	$\frac{61}{5} = 12,2$
avec 2 de carb. d'hydrogène .	$87 \times 2$		$13 \times 2$
d'eau . . . . .	$11 \times 3$	$89 \times 3$	$11 \times 3$
	<hr/> 174	<hr/> 267	<hr/> 59
on aura . . . . .	$\frac{174}{5} = 34,8$	$\frac{267}{5} = 53,4$	$\frac{59}{5} = 11,8$

qui, comme l'on voit, rapprochent chacune des analyses précédentes, que ces analyses ne se rapprochent entre elles. L'esprit de bois n'était qu'un mélange de gaz oléfiant et d'eau, son analogie avec l'alcool est incontestable; mais en le considérant, comme un mélange intime d'acide pyroligneux et de gaz oléfiant, son rapprochement se trouverait dans l'éther acétique; quand on le distille avec de l'acide sulfurique, n'obtient-on pas d'éther sulfurique, un produit gazeux éthéré, qu'on appelle certainement de l'éther acétique opérant dans les mêmes conditions.umas et Péligot ont donné à l'esprit de bois le nom de *bithydrate de méthylène*, et à l'esprit de vin, par l'acide sulfurique, celui de *hydrate de méthylène*; le méthylène étant le bicarbure d'hydrogène, qu'ils représentent par  $CH$ ; car, dans leur théorie atomistique, ils ont pris l'égal de  $C^2 H^2$ , ni de  $C^4 H^4$ , ni de  $C^6 H^6$ , quoique pourtant, dans d'autres circonstances, soit permis d'élever ces formules les unes par un commun multiplicateur, soit de faire descendre par un commun diviseur la combinaison soumise à ce jeu de lettres. Mais en admet-

tant que  $CH$  soit différent atomistiquement de  $C^4 H^4$ , pourquoi laisser là tout d'un coup la nomenclature adoptée? Pourquoi substituer le nom barbarement grec de méthylène à celui de carbure d'hydrogène? Ce n'est pas avec ce désordre de néologismes, que les créateurs de la nomenclature chimique ont procédé dans le principe. Nous laisserons donc là, comme indignes de fixer l'attention des penseurs actuels, les sulfates, les cyanhydrates, les hydriodates, les hydrochlorates, les nitrates, les benzoates, les oxalates, les acétates de méthylène; toutes combinaisons qu'en opérant sur l'alcool, les auteurs appelaient des *sulfates de bicarbure d'hydrogène hydraté* (4153). Quant aux combinaisons de ces prétendus sels avec l'ammoniaque, nous renvoyons à ce que nous avons à dire, dans la deuxième classe du système.

4164. APPLICATIONS PRATIQUES DE LA THÉORIE DE LA FERMENTATION. — Du gluten, de l'albumine, tout tissu enfin ammoniacal d'un côté, et de l'autre du sucre, mis en contact, sous l'influence de l'oxygène de l'air, et à la température ordinaire, donnent lieu à la formation d'alcool et au dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène. L'alcool abandonné, sous les mêmes influences, au contact du gluten ou de tout tissu ligneux et



porreux, donne lieu à la formation d'acide acétique; il se conserve indéfiniment, lorsque, dans le liquide, il ne reste ou il ne se forme plus de tissus. Mais il est une autre influence dont la théorie n'a tenu aucun compte, quoique la routine de la pratique ne l'ait point négligée: je veux parler de l'influence de la lumière, dont l'absence ou la présence est dans le cas de changer toutes les conditions du problème et la nature de toutes les transformations. En effet, dans l'obscurité, tout se décompose, et rien ne végète; mais que le liquide soit pénétré des rayons de la lumière, les substances organisatrices (3097) ne tarderont pas à s'organiser et à acquérir les propriétés fermentescibles des tissus, la matière verte qui précède et prépare le développement ligneux se formera dans le liquide; et la fermentation alcoolique, déviée de ses conditions normales, prendra les caractères de la fermentation acétique. Plus le degré de chaleur s'approchera de la chaleur de la lumière, et plus la marche de la fermentation sera dirigée vers ce résultat final. Si les tissus azotés abondent après la production de tout l'acide acétique, l'acide acétique se saturera à la longue, des produits ammoniacaux, qui ne manqueront pas de se former, et la fermentation deviendra alors putride. Dans la construction des cuves, celliers, caves, etc., on ne doit jamais perdre de vue ces principes; nous reviendrons sur la théorie de la fermentation dans la dernière partie de cet ouvrage.

4165. Quoi qu'il en soit, il résulte de ces quelques mots, qu'il n'est peut-être pas dans la nature une seule plante, dont le suc ne puisse seul, ou associé au suc d'une autre plante, donner lieu à la fermentation alcoolique et acétique, et fournir une boisson fermentescible en plus ou moins grande quantité, et d'une qualité plus ou moins bonne; et l'on cesse dès lors de voir, avec le même dégoût, les procédés auxquels ont eu recours les peuples sauvages, guidés par leur expérience routinière, pour se procurer des liqueurs alcooliques avec les sèves incomplètes que produisent leurs régions. Les uns mâchent une racine saccharifère pour l'imbiber d'albumine sauvage, qui jouit de la même propriété fermentescible que le gluten; d'autres, par un procédé plus dégoûtant encore, recueillent dans le même vase, et la sève saccharine des arbres du Nord, de l'érable, par exemple, et les crachats (3172) des plus vieilles femmes du pays; et cet amalgame, repoussant à la vue, produit nécessairement la liqueur la plus alcoolique et la plus suave à leur goût. Dans nos

contrées, la routine, mieux dirigée par le bon sens, a recours à des combinaisons moins bizarres, pour obtenir des résultats aussi satisfaisants que ceux de la routine indigne, et mieux calculés. Le raisin n'est pas le seul fruit dont l'industrie retire chaque jour des boissons fermentées; les céréales, les fruits des arbres à noyau, des amygdalacées, prunes, pêches, etc., les sèches, les sèches elles-mêmes, carottes, etc., les groseilles, etc., sont dans le cas de donner des quantités considérables d'alcool, capable de rivaliser avec le vin, sous le rapport gastronomique et hygiénique. La paille de blé, le gluten, les glutino-saccharins fermentent alcooliquement dans la plante ou dans le fruitier, lorsqu'on les laisse, sans en altérer le tissu, à la température de leurs principes; et la paille de blé, le palcool se décide à l'odorat de la main, sensible, pour faire place ensuite à la fermentation acétique. Le fruit, en effet, est une cuve, où l'air atmosphérique circule par les interstices cellulaires (1105), et où le gluten ne saurait manquer de se trouver en contact, par l'oblitération et la destruction des parois cellulaires et vasculaires.

4166. VINS ET VINIFICATION. — On appelle vin une liqueur produite par la fermentation du moût ou jus de raisin. C'est à l'abbé de l'Art de faire le vin, que nous devons les principes de la théorie, qui a tant fait de progrès de la fabrication du vin. On reconnaît le premier, par des expériences ingénieusement dirigées, que le vin est le produit de la réaction de deux principes renfermés dans le grain de raisin, gluten et sucre, sous l'influence de l'oxygène; que les vins les plus estimés étaient ceux qui provenaient de raisins, chez lesquels le sucre et le gluten se trouvent en proportions convenables, pour qu'après la fermentation il ne reste, dans le moût, ni de l'un, ni de l'autre, en quantité trop grande; que les acides proviennent des raisins chez lesquels le gluten est prépondérant (3173), et les vins crûs, des raisins chez lesquels le sucre est prépondérant sur le gluten. Ces principes une fois connus, il devint facile d'améliorer les plus mauvais vins, en ajoutant au moût la substance qui manquait à la fermentation, que le climat avait enlevée; et la science ne s'arrêta pas à améliorer les vins, elle n'a pas peu servi à guider les procédés de la falsification.

4167. On distingue dans le raisin le

rescence, et dont les rameaux sont tendus, en acides, en matière verte, et en substance saccharine; 2° le grain, qui est sphérique en général, composée d'une membrane extérieure où réside principalement la sève; d'un tissu cellulaire glutineux et élastique, riche en tartrate acide de potasse, en sels variables, selon les climats et les sols, parmi lesquels il faut ranger un sel ammoniacal, qui est la cause du rancissement; d'un réseau pseudo-vasculaire dans lequel on constate l'acide sulfurique (3160); enfin d'interstices intercellulaires d'air atmosphérique. Le sucre ne se développe que vers la maturité; mais il y a une progression qui suit celle de la lumière; les raisins du Nord sont, à l'égalité d'ailleurs, plus mûrs que les raisins du Midi; et tous les soins que nous prenons pour accélérer, d'échalasser et de renouveler les climats froids, ne sauraient parvenir la grappe à ce degré de maturité que les raisins acquièrent, sous le dôme des vignes, les vieilles souches, qu'on abandonne dans les climats chauds. Que de prodiges nous ne pourrions pas amener à la maturité de Surène! Les vins les plus liquoreux proviennent souvent de treilles encastrées dans les fentes des rochers coupés à pic, et qui sont à la main-d'œuvre.

Il arrive que les vins du Nord aient un excès d'alcool, et un excédant de gluten, et que les vins du Midi aient un excès de sucre et beaucoup d'alcool; qu'ils soient plus liquoreux que les vins du Nord; et que les vins se graduent d'une manière indéfinie, selon les degrés de latitude et les expositions. Une fois que la science a constaté ces faits, il n'est plus difficile à l'art de les transformer le vin de Surène en une autre qualité, et d'alcooliser, en vertu de la théorie, l'excédant de gluten du *moût* du Nord, l'excédant de sucre du *moût* du Midi, les rebuts saccharins à celui-là, et de transformer les réels à celui-ci.

Voilà l'histoire de la fabrication du vin en France. Les principes: on vendange le raisin à la plus grande maturité qu'il puisse at-

teindre sans déchet; les meilleures qualités de vin s'obtiennent, aux dépens de la quantité, des raisins qui commencent à sécher sur plante. On a soin de les égrapper dans le Nord, la grappe apportant au moût non-seulement une nouvelle quantité de gluten, mais une nouvelle quantité d'acide; cette précaution, quoique bonne dans le Midi, n'y est pas, cependant, d'une nécessité indispensable. Les grappes, jetées dans un cuvier, sont foulées soit aux pieds, soit avec un fouloir en bois; le jus est abandonné à lui-même dans une cuve, soit en bois, soit en pierre calcaire (\*), que l'on a soin de recouvrir de manière à intercepter le contact immédiat de la lumière, mais non celui de l'air ambiant. La fermentation s'établit presque aussitôt, pourvu que la température ne soit pas au-dessous de 12° à 13° cent.; elle devient bientôt tumultueuse; le liquide bouillonne, il s'en dégage, et une quantité considérable de gaz acide carbonique, qui oblige de tenir les portes et les fenêtres du local ouvertes au vent, et une odeur alcoolique assez prononcée. Le local offre alors les phénomènes de la *grotte du Chien*; les chiens, les animaux de basse stature, les enfants y souffrent et s'y asphyxient; mais les hommes debout et les chevaux ne sont pas atteints par la couche du gaz. Dans les pays méridionaux on abandonne le vin dans la cuve, que l'on bouche hermétiquement, et que l'on plâtre, dès que la fermentation a entièrement cessé. Dans le Nord on soutire le vin dans des tonneaux, et on le clarifie, puis on le colle avec du blanc d'œuf (quatre blancs d'œufs battus dans du vin pour un tonneau de deux cent cinquante litres). Si l'on mettait en bouteille avant que la fermentation eût cessé, le vin s'imprégnerait d'acide carbonique; on ferait du vin de Champagne; et pour s'opposer à l'explosion, il serait nécessaire de ficeler le bouchon avec du fil de fer, ou d'emprisonner le bouchon dans une calotte métallique. Mais on peut fabriquer du vin de Champagne avec toute espèce de vin. Après la fermentation, il suffit de jeter du sucre dans la bouteille qui renferme le vin du Nord, et un centième de gluten (4168) environ dans les vins liquoreux du Midi, de ficeler le bouchon comme pour le vin de Champagne, et de coucher la bouteille. Il s'établit, dès ce moment, une nouvelle fermentation; l'acide carbonique se comprime en se dégageant; il fait

saillir le bouchon; le jus coule dans la cuve à travers les intervalles. Ces caves en pierre ont la propriété de désacidifier le moût.

sauter le bouchon, quand on supprime l'obstacle, et le vin en sort mousseux et pétillant.

4171. Le vin est donc un mélange, en des proportions variables à l'infini, d'eau, d'alcool, de tartrate de potasse, d'acide, de gluten, de sucre, et d'une matière colorante qui passe par toutes les nuances, depuis le jaune jusqu'au rouge brun; toutes substances qui se trouvent isolément dans la nature, et que, par conséquent, l'art des falsifications peut réunir et assortir de toutes pièces, de manière à tromper le plus habile dégustateur, je ne dirai pas le plus habile expert assermenté, car pour celui-là il ne faut pas se mettre tant en frais d'œnologie. À l'effet de lui faire prendre l'eau de puits alcoolisée pour du vin ordinaire de Mâcon (\*). La matière colorante est cependant l'élément le plus difficile à attraper, par la falsification; et la coloration au myrtille, dont on se sert à Paris, est facile à distinguer par la couleur bleue que prend le vin sur la nappe, ou sur le papier blanc qu'on en imprègne.

4172. Les falsifications qui supportent la bouteille, et se conservent en cave, sont, en général, peu dangereuses pour la santé; ce sont des contrefaçons qui trompent agréablement le riche, et ne lui nuisent pas. Il n'en est pas de même des altérations qui se commettent journellement dans les tavernes destinées au pauvre; rien de plus sale à voir que ces sortes de manipulations, rien de plus déplorable que leurs effets sur l'estomac de cette classe de la société, si intéressante par les services qu'elle rend, et par les souffrances qu'elle reçoit en échange. Il n'y a pas un marchand de vins à Paris qui ne se permette, à cet égard, des fraudes que la police connaît fort bien, et qu'elle est inhabile à réprimer; et il n'est pas un accident d'ivrognerie dont ce système de débit ne soit complice. Le gouvernement ne prévientra ces empoisonnements de la classe laborieuse, qu'en prescrivant de ne laisser sortir le vin des entrepôts, qu'en bouteilles cachetées du sceau de l'octroi, et qu'en réglant le prix du vin comme on règle chaque mois le prix du pain. Jusque-là ce sera une honte pour notre état social, que l'impunité dont jouit cette altération de la *joie du cœur du pauvre*. Les ouvriers du Midi se soignent rarement, et ce n'est pas faute de vin, et de bon vin; le meilleur de ces contrées leur revenant à 10 ou 12 centimes la bouteille; tandis que les ouvriers de la capitale sont déjà ivres morts au troisième verre qu'ils payent dix fois davantage :

rien, en effet, ne dispose plus à l'heure mauvaise disposition de l'estomac; l'ale porte avec lui cette seconde ca

4173. Les vins sont sujets à s'altérer; la théorie de la vinification nous rend compte de ces sortes de vin, ainsi que des modifications qu'il subit en vieillissant. Soit en effet un vin de couleur; ce vin est acide et rougit par le tournesol; la couleur en est écarlate qui n'en altère en rien la diaphanéité sur une lame de verre, il laisse de belle matière colorante qui ne perd pas son éclat écarlate, et du tartrate de potasse cristallise avec toutes les formes que l'occasion de remarquer dans le vin (3319); mais ces cristaux offrent, par des taches purpurines (741). L'oxigène, l'acide sulfurique, etc., n'y occasionnent aucun précipité appréciable. Il n'y a même du nitrate de baryte, qui y occasionne un précipité insoluble dans l'acide sulfurique concentré. Les alcools volatils, en changeant la couleur, occasionnent un précipité vert sale, ou blanc, quasi glutineux et filant; car l'acide qui servait de menstrue au goudron de la portion oléagineuse qu'il suppose dans la grappe. Les vins acides au goût, tant que l'acidité ne change pas les proportions nécessaires pour leur solution dans le liquide.

4173 bis. Ces faits établis, que l'on a vu à la lumière le vin le plus généreux, et le plus creusé; les substances qui se transformeront en tissus, les tissus en tissus ligneux; ceux-ci, réagissant sur le liquide, le transformeront nécessairement en acide acétique, et le vin se transformera en vinaigre, et sera affecté de la maladie appelée acide.

4174. Si l'air y pénètre, et que le vin soit maintenu dans l'obscurité, les tissus nocturnes (\*\*); ce seront des vins affectés du goût de moisi.

4175. Les vins filés, ceux qui ont été du fût, sont ceux dont l'alcool a pénétré par les parois ligneuses imprégnées de ces parois tonneaux sont purifiées par la flamme, ou par le chlorure de chaux.

4176. Mais que le vin ait été abîmé longtemps dans une cuve en pierre,

(\*) Voyez la note de la page 211 de ce volume

(\*\*) *Nouv. syst. de physiologie végétale* de

le mauvais verre mal fondu et alcalin, onneau d'un bois incrusté de calcaire ; se saturant, ne manquera pas d'abandonner la précipitation spontanée, le gluten vaillait ; le vin aura alors la *graisse* ; il *va gras*, il *graissera*, il *filera*, expressions employées à désigner les diverses phases de la fermentation. La théorie indique le remède, en indiquant la cause du mal ; l'addition d'un acide, d'acide tartrique, de tanin, d'acide redissoudra la graisse glutineuse, et rendra le vin son acescence normale et sa limpidité.

Si une portion minime de ce gluten est enlevée, soit par l'évaporation de la partie aqueuse du vin, soit par la saturation ou la décoloration lente et graduée de l'acide, le précipité ne d'être floconneux, sera globulaire et se composera de globules blancs, égaux et insolubles dans l'eau et dans l'alcool, qui se rapprocheront à la surface, sous l'influence du fleur blanche et farineuse. Dans ce cas, le vin sera *piqué* ; il aura la *fleur du vin*. À laisser à l'air et à la lumière, en été, le vin se forme à la surface une couche de vin, qui, examinée au microscope, se compose de grains ovoïdes, étranglés au milieu, d'une blancheur extrême et d'une transparence, dont le grand diamètre varie selon l'élévation de température, mais n'excède pas  $\frac{1}{100}$  de millimètre ; c'est le précipité du gluten.

En un mot, pour augmenter la quantité de gluten dans le vin, ajoutez du gluten malaxé (1396) aux raisins du Midi ; et des sucres de mélasse, des carottes ou des betteraves en même de l'amidon bouilli, au moût du Nord.

Préserver vos vins de toute altération, ayez soin de les déposer dans un local frais, dans des vaisseaux exempts d'acides libres, et après vous être assurés que le vin est assez bien clarifié pour que le gluten ne puisse en aucune manière se coaguler et devenir l'agent d'une fermentation. Dans le cas d'un précipité glutineux, transvasez, clarifiez de nouveau, ou redissoudre le gluten, au moyen d'un acide tartrique.

REMARQUE. — Les grains des céréales, ren-

fermant, dans leur périsperme, du gluten et une substance susceptible d'être transformée en sucre, l'industrie n'a pas manqué d'utiliser un produit aussi abondant, et d'en tirer une boisson fermentée, et cela surtout dans les pays où la vigne refuse de prospérer.

4180. C'est avec le seigle que les Russes préparent leur *kwas*, et c'est avec l'orge que, dans nos provinces septentrionales, surtout, on prépare la *bière*.

4181. A cet effet, on fait germer le grain, afin de transformer l'amidon en sucre (1368) ; on dessèche ces grains germés pour les réduire en farine (*malt*), que l'on délaye dans une eau à 100° ; on décante, quand, après avoir bien brassé le mélange, on est sûr d'avoir enlevé à la farine (1330) tout ce qu'elle a de soluble, ou de susceptible de rester en suspension (*sucres et gluten*) ; on chauffe le liquide dans une chaudière, on y jette 2 kilogrammes de houblon par pièce de 60 litres, et on achève la cuisson. On renverse le liquide dans une cuve nommée *cuve guilloire*, et on y jette de la *levûre d'une bière précédente*. La fermentation s'établit ; à l'époque de la *fermentation insensible* (4170), on décante dans des tonneaux ; on écume alors la *levûre nouvelle*, pour une opération subséquente ou pour s'en servir comme *levain*. On colle le liquide, et l'on bouche les tonneaux, quand l'écume cesse de se montrer ; cette boisson continue à se saturer d'acide carbonique provenant de la continuation de la fermentation ; et c'est par la force expansive de ce gaz, qu'à une certaine température, la bière fait sauter le bouchon (4170).

4182. CIDRE ET POIRÉ, etc. — Le cidre est le produit de la fermentation alcoolique des pommes, et le poiré celui de la fermentation des poires.

4183. On emploie à cet usage certaines espèces de pommes ou poires, à l'époque où elles tombent de l'arbre. On les écrase, et l'on ajoute une petite quantité d'eau au marc obtenu. On soumet alors au pressoir ce marc par couches alternatives de cidre et de paille, et on reçoit le jus qui en découle, à travers un tamis de crin, dans une grande futaille qu'on ne remplit que jusqu'à deux pouces de la bonde, et que l'on a soin de placer dans un lieu tempéré (4178) ; la fermentation s'établit au bout de trois à quatre jours, et la liqueur rejette une grande quantité d'écume, dont on facilite l'expulsion, en remplissant tous les jours la futaille jusqu'à la bonde. On la bouche lorsque cette fermentation tumultueuse cesse ;



aussi le dière fait-il sauter le bouchon comme la bière.

4184. On fabrique encore des boissons alcooliques avec les cerises, les merises, les sorbes et les cormes, les figues, les prunes, la sève de houblon, les baies de genièvre, enfin avec tous les fruits ou liquides, dans lesquels se trouvent réunis le sucre et le gluten. Celles qui, par suite de divers mélanges, conservent un goût désagréable, peuvent servir à la distillation dont nous allons nous occuper.

4185. EXTRACTION DE L'ALCOOL. — On extrait par distillation l'eau-de-vie, de toutes les liqueurs fermentées. Le principe de l'opération est fondé sur ce que l'alcool se volatilise à une température beaucoup plus basse que l'eau; on sorte qu'en maintenant la cucurbit à la température de 40°, il se dégage beaucoup plus d'alcool en vapeurs que d'eau, et qu'en faisant passer les vapeurs par un réfrigérant, il se condense beaucoup plus d'eau que d'alcool, l'on peut ainsi recueillir l'alcool à un certain état de pureté, dans le récipient de l'appareil distillatoire.

4186. Dans les laboratoires, on extrait l'alcool, au moyen de l'appareil de Woolf (pl. 1, fig. 25), (320). Que l'on place, en effet, dans le ballon (ba) ou dans une cornue de verre (fig. 24) qui en tiennent lieu, la liqueur fermentée à distiller, de manière que le liquide n'occupe que le tiers de la capacité du vase. Si l'on porte la température du vase à 80°, en plaçant des charbons sur le fourneau (f), l'alcool se vaporisera en plus grande abondance que l'eau, et les deux corps se rendront à la fois dans le premier flacon à trois tubulures. Là il se condensera plus d'eau que d'alcool, mais bientôt la température du flacon augmentera, et le liquide condensé se vaporisera de nouveau, de manière qu'il se dégagera encore cette fois plus d'alcool que d'eau; les vapeurs en se rendant dans le deuxième flacon s'y condenseront encore en suivant la même progression, et ainsi de suite, en sorte qu'en augmentant le nombre des flacons de la série, on pourra recueillir l'alcool aussi rectifié qu'il est possible de l'attendre, dans le récipient (ep); la faible quantité d'eau que l'alcool retiendra encore, on l'en dépouillera tout à fait, au moyen du chlorure de chaux.

4187. Les premiers appareils des distilleries en grand étaient une imitation de cet appareil de laboratoire. Le réfrigérant employé aujourd'hui (304) (pl. 2, fig. 1) est une application réduite à ses plus simples termes du principe sur lequel est

fondée la distillation alcoolique. Le réfrigérant (f) de la cuisse réfrigérante (ba) à la cucurbit (ch), pour se vaporiser, et comme le liquide condensé qui sort du réfrigérant dans la cucurbit est un mélange d'eau et de peu d'alcool, il s'en fait une rectification, par un cercle sans fin, de condensations et de distillations, jusqu'à ce qu'il soit sorti du réfrigérant, les vapeurs d'alcool se condensent dans le serpentin (d) d'eau, que si on les avait obtenues par plusieurs opérations successives.

4188. Ce procédé s'applique à toutes les eaux-de-vie, quelle que soit la matière fermentescible, vin, bière, etc., mais retient toujours, quoi qu'on fasse, quelques principes caractéristiques de la matière qui a servi à la fermentation: de l'essence de céréales des eaux-de-vie. Le réfrigérant (f) de la cucurbit (ba) à la cucurbit (ch) est un mélange d'eau et de peu d'alcool, il s'en fait une rectification, par un cercle sans fin, de condensations et de distillations, jusqu'à ce qu'il soit sorti du réfrigérant, les vapeurs d'alcool se condensent dans le serpentin (d) d'eau, que si on les avait obtenues par plusieurs opérations successives.

4189. Pour extraire l'eau-de-vie de grains concassés (4181) à mûres d'eau bouillante pour en faire une liqueur claire; on l'abandonne pendant dans une cuve couverte; on ajoute puits froide ou tiède; on y mêle levûre de bière ou du levain de farine fermenter pendant trois jours, et l'on distille à la distillation.

4190. Pour extraire l'eau-de-vie de terre, on fait cuire ces tubercules dans l'eau; on les écrase pour y mêler avec un tiers environ de leur poids de malt en forme une pâte claire, au moyen d'une plante qu'on verse sur le mélange; on l'égale dans une cuve couverte, on y ajoute de l'eau, et l'on distille ensuite. 100 litres de pommes de terre sont dans le cas de 100 litres d'eau-de-vie à 19°, et 100 litres jusqu'à 42 litres au même degré.

4191. Il n'est pas de fruit, dont on ne puisse extraire également des quantités plus grandes d'alcool, en complétant leur manque en sucre ou amidon d'



l'autre; et c'est de la différence des vins, dans lesquelles ces deux éléments sensibles se trouvent mélangés naturellement : les organes des plantes, que résulte la pauvreté des produits en alcool; et que le vin de raisin sec donne 25 sur 100, tandis que le vin d'Espagne n'en donne que 19 en moyenne; les vins du midi de la France à 18, ceux du centre 13 à 14, ceux du nord 10, le cidre 7; la bière 5 à 6, et la petite eau 1, 28 environ. La bonne eau-de-vie renferme un peu plus de moitié d'alcool et le reste d'eau; c'est-à-dire de 51 à 54 sur 100. Pour apprécier le titre des eaux-de-vie, on a recours à une espèce de pèse-liqueur, qui, à chaque degré, au moyen de tables dressées par des expériences directes, donne la quantité d'alcool contenu dans le liquide. L'alcool pur, les tables de Gay-Lussac ne sont point exactes, comme exempts de tout défaut; mais étant trouvé plus à portée de les faire servir à l'administration, on a tout à fait adopté ces tables, quoiqu'elles ne soient pas exactes. Les expériences contradictoires et les essais faits par d'autres chimistes et d'autres auteurs, ont prouvé que 100 degrés de l'alcoomètre Gay-Lussac correspondent à une densité de 0,7947; 100 degrés de l'alcoomètre de Baume à une densité de 0,8168; et 30 à une densité

**EXTRACTION DE L'ACIDE ACÉTIQUE.** — La préparation du vinaigre est fondée sur une donnée chimique, c'est-à-dire que l'eau est plus volatile que l'acide acétique. Les dernières quantités qui arrivent dans le vinaigre, de la sorte, plus exemptes d'eau, sont les dernières, et le produit prend le nom de vinaigre radical, ou acide acétique rectifié. Le vinaigre blanc provient des vins blancs, et le vinaigre rouge des vins rouges décolorés au charbon animal. On emploie encore l'acide acétique, pour les laboratoires, de l'acétate de cuivre, par la distillation à l'aide de l'acide sulfurique. Le vinaigre blanc, dit *vinaigre des quatre voleurs*, provenait d'une infusion de plantes

balsamiques (girofle, muscade, camphre, rue, sauge, romarin, absinthe, menthe, lavande, etc., à demi sèches), dans le vinaigre ordinaire. C'est une liqueur qui, étendue d'eau, est éminemment vermifuge (3061). Le *vinaigre rosat* est une infusion de pétales de roses dans le vinaigre; le *vinaigre sucré*, une infusion de fleurs de sureau dans le vinaigre, et le *vinaigre framboisé* une infusion acétique de framboises.

### § III. *Décomposition ammoniacale, ou fermentation putride.*

4193. Les substances végétales et animales qui cessent d'être placées dans des conditions favorables, soit pour s'organiser, soit pour fermenter alcooliquement et acétiquement, ne tardent pas à offrir les caractères de la fermentation putride, fermentation dont les produits, désormais nuisibles à l'organisation, varient à l'infini, en nombre, en proportions et en combinaisons, en raison de toutes les circonstances qui enveloppent la substance, selon que la partie aqueuse est plus ou moins abondante, la température plus ou moins élevée, l'air plus ou moins agité, la substance plus ou moins ammoniacale, plus ou moins poreuse, plus ou moins ligneuse ou glutineuse et albumineuse, et l'obscurité du local plus ou moins grande. C'est sous l'influence du concours varié de toutes ces circonstances que les éléments de l'organisation se désagrègent, pour se combiner de nouveau entre eux deux à deux, trois à trois, etc., etc.; le carbone s'éliminant en gaz oxyde de carbone, acide carbonique, hydrogène carboné; l'hydrogène en eau; l'azote en ammoniaque et en acide cyanique et hydrocyanique; le soufre en hydrogène sulfuré; le phosphore en hydrogène phosphoré, en acide phosphorique; et puis tous ces corps se mêlant, se combinant ensemble en proportions indéfinies. Dédale inextricable, où la science actuelle se perd, impuissante, là plus que partout ailleurs, avec ses instruments de précision; laboratoire de mort, mais laboratoire invisible; boîte de Pandore, d'où sont sortis tous les maux contagieux qui ont affligé les âges, et dans le fond de laquelle il nous semble permis d'entrevoir l'espérance de la théorie. Nous nous contenterons aujourd'hui de signaler quelques faits de détail, qui sont dans le cas d'éclairer la pratique dans ses diverses applications.

ommé, parce que quatre voleurs, dit-on, obéissaient, en faisant connaître le secret de cette comédie, dès ce temps, on admettait que le cou-rageux racheter sa peine, et réparer sa faute par un

bienfait envers l'humanité tout entière. Pourquoi ne pas généraliser ce système de pénalité, et ne pas remplacer la torture par l'obligation d'être désormais utile à tous?

4194. Les produits de la décomposition putride ne nuisent pas à toutes les espèces d'animaux ; et il est des insectes qui n'éclosent et ne vivent que dans ce foyer d'infection ; certaines mouches ne déposent leurs œufs que sur les cadavres , ou la chair qui commence à fermenter. Les miasmes des marais sont peut-être moins funestes à la santé des hommes , par la nature chimique de leurs produits , que par la nature des myriades d'insectes microscopiques qui s'y développent.

4195. Les effets pestilentiels de la putréfaction des végétaux et des animaux sont en raison inverse de la quantité d'eau qui forme une nappe au-dessus de la substance ; le cadavre qui séjourne au fond de l'eau en est retiré comme tanné , et blanc comme du marbre ; à l'air, il hieult, s'enfle de gaz, grouille de vers , et repand l'infection à la ronde. Les marais profonds et encaissés par des bords coupés à pic ne sont nullement insalubres ; la fièvre n'y germe que lorsque l'eau baisse, et que la vase du fond se trouve plus près de l'air ambiant ; le voisinage en devient inhabitable, une fois que le fond en est mis à nu et se couvre de matière verte.

4196. Toutes choses égales d'ailleurs, une eau agitée par les vents ou par le mouvement des machines , est moins insalubre qu'une eau calme et dormante ; et les amas d'eaux dont le fond est une couche épaisse de gravier épais, le sont moins que les amas d'eaux dont le fond est en glaise ou en calcaire.

4197. Les produits les plus morbides de la décomposition putride se décomposent en produits atmosphériques, sous l'influence directe des rayons lumineux ou de la flamme ; ils se combinent en produits inoffensifs en contact avec les produits acides, et surtout avec ceux de la combustion du bois. De là vient que la putréfaction, dans les caveaux humides, si peu sensible qu'elle soit à l'odorat, est pire que la putréfaction la plus fétide à la face du soleil.

4198. Les eaux stagnantes tiennent en dissolution tous les produits de la décomposition des substances animales et végétales, le gluten et l'albumine, l'huile et les résines, en proportion des produits ammoniacaux ou acides qui servent de menstrue à ces substances, puis les sels ammoniacaux et terreux, etc. ; et l'abondance de ces produits est en raison de l'obscurité dans laquelle l'eau se trouve plongée.

4199. Dans l'eau la plus pure exposée à l'air, il suffit qu'il se rencontre en solution une certaine quantité de substances organisatrices, pour qu'il

ne tarde pas à se former au soleil de la matière et des infusoires, de la matière carbonique qui reste dissous dans le premier, et se dégage de la première, pour aller au profit de la végétation.

4200. Enlevez l'air atmosphérique, vous rendez toute fermentation impossible que la fermentation alcoolique ; les tissus imperméables à l'air et (4028), vous finirez par les conserver sans altération dans le vide et les rendre impropres à l'usage. Vous aurez achevé de les soustraire à la décomposition spontanée. Le petit nombre servira de base aux applications, le sujet des paragraphes suivants.

4201. Eau potable. — L'importance des cours d'eau, dans lesquels se trouvent les immondices des villes ou villages, a longtemps porté les esprits vers les moyens d'assainir et de les rendre propres à la boisson. A Paris, c'est là un point de question hygiénique ; il n'est pas un Parisien qui ne ressente les effets de l'eau des premiers jours qu'il en boit ; et pendant la semaine, l'eau de la Seine est la boisson unique du pauvre et de sa famille. On a proposé divers moyens d'obtenir avec le moins d'impureté possible l'eau pour l'alimentation ; nos fontaines l'ont tirée sur la ligne médiane du courant, parce que l'on s'est aperçu que, dans le courant, les immondices longent les bords et obéissent ensuite à la loi de la pesanteur en se déposant sur les bords ; et pour cette précaution, l'eau de Seine ne laisse pas de conserver les qualités qui, pendant l'année, la rendent improprie à la boisson ; elle est seulement aux égouts de Paris qu'elle se décompose en substances fermentescibles, mais qui y voguent, aux bateaux qui la ramènent tous sens depuis sa source jusqu'à la direction du lit de la Seine, en tourbillonnant, jusqu'au milieu du courant du fleuve ; on a construit des fontaines en deux portions par un diaphragme couvert d'une couche de sable de laquelle l'eau filtre et se dépouille de tous ses matériaux albumineux ; conforme aux principes ; mais il

qui imposent une servitude journalière, exigent une perte de temps, laquelle le travailleur en ménage, porte le verre assez haut; le sable a besoin d'être souvent remplacé par du nouveau sable. On a vu des fontaines à filtrer en pierre creusée; je ne sache pas de pire système, que de la crasse qui se dépose et s'incruste dans le calcaire, que de l'impossibilité pour le pauvre de trouver à sa portée des fontaines de grès contre lesquelles il ne peut rien faire de bon à prix. Dans les établissements publics, les réservoirs d'eau potable sont souvent entretenus d'après les principes les plus absurdes, et sans aucun principe; et par les soins de notre surveillance de citoyen nous avons eu l'occasion de nous convaincre que les administrateurs ne s'étaient jamais occupés de la manière philosophique, pour ne pas dire anthropique. Un jour, m'étant aperçu que mes compagnons de captivité se trouvaient malades, et ne sachant à quoi attribuer leur état, je me fis le fléau intérieur, moi qui mangeais bien, et qui avais toujours eu soin de ne leur enlever ni de leur détestable vin, je fis des recherches vers l'examen de l'eau; elle était trouble et repoussante à l'odorat, j'y séjournai dix à douze heures dans les réservoirs. J'adressai une plainte à l'administration, qui, ainsi que cela se pratique, fit venir dix ou trois membres du comité pour qu'ils portassent sur l'eau. La méthode ordinaire de faire passer deux ou trois fioles de l'eau en question à la soumettre à l'analyse du laboratoire, trouva que l'eau ne renfermait rien de malfaisant; cela n'était pas surprenant, car l'analyse ne tient jamais compte des principes ammoniacaux neutres (3121). Je protestai contre l'analyse, et je demandai qu'au lieu d'analyser l'eau, on nous permit de visiter les réservoirs. Il fut reconnu que les réservoirs plongés dans l'obscurité étaient recouverts d'une couche de vase verdâtre; ce fait en faveur de l'analyse, et tous les effets cessèrent. On eut purifié ce foyer d'infection. Les philanthropes chargés de l'inspection des réservoirs chercha alors à apporter une amélioration au système; et voici comment il s'y prit; il fut en pierre et à l'air dans une cave, et au soleil; on y substitua une fon-

taine monstre en bois, de la forme d'un vaste tonneau vertical, placé dans le coin obscur de l'escalier humide; il ne fallut pas vingt-quatre heures, pour que l'eau contractât dans une pareille citerne l'odeur de moisi; ce tonneau fut mis au chapitre des dépenses inutiles; et la question administrative en était restée là.

Enfin Arago, s'adressant aux électeurs municipaux, qui lui feraient l'honneur de le réélire, leur a promis de faire établir à Paris des appareils épuratoires, fondés sur ce principe, que l'alun précipite les matières animales de l'eau. Ceci est une promesse de circulaire électorale; nous ne la blâmerons pas trop sévèrement. Cependant il serait bon, sur une question aussi délicate, de ne pas induire même l'espérance en erreur. Le principe est faux, quoique fondé sur un fait en partie exact. L'alun précipite en flocons albumineux une certaine quantité d'albumine dissoute; le tanin en ferait autant. Mais l'alun ne précipite pas tout, et l'alun est assez soluble dans l'eau, pour qu'il y en reste une quantité considérable qui n'aura rien à précipiter. Force serait donc de précipiter ensuite l'alun à son tour. Enfin, l'alun ne précipiterait pas les sels ammoniacaux ou autres, l'hydrogène sulfuré, qui peuvent servir de menstrue à toutes les espèces de substances fermentescibles. Donc au lieu de purifier l'eau, vous n'auriez fait par là qu'y ajouter une impureté nuisible de plus.

L'administration de l'eau filtrée applique un principe moins équivoque, en filtrant au charbon l'eau de Seine; le charbon étant le corps poreux qui jouit au plus haut degré de la propriété d'absorber les gaz, et même certaines substances organiques. Cependant, ce moyen, qui fournit en petit de l'eau très-potable, est loin de présenter les mêmes avantages, quand on opère en grand. En effet, la masse d'eau filtrée abandonnée à la stagnation, ne tarde pas à devenir le milieu d'une foule de formations nouvelles, qui varient selon que l'eau est plongée dans l'obscurité ou qu'elle est exposée à la lumière. D'un autre côté, l'eau filtrée par ce moyen ne présente rien moins que les conditions de l'eau potable ordinaire; immédiatement après avoir passé au filtre, elle se trouve privée d'air atmosphérique, le charbon ayant entièrement absorbé celui-ci. Elle est crue à l'estomac, et il est bien des gens chez qui elle rend les digestions pénibles. Pour qu'elle reprenne à l'air le gaz qu'elle est en état de saturer, il faudrait non pas seulement qu'on la laissât exposée à l'air sur un fond de gravier, stagnante et en repos, mais qu'on l'agitât violemment avant de la livrer

à la consommation ; ce qu'on ne fait pas ; avec cette seule modification , nous pensons que ce système remplirait toutes les conditions hygiéniques.

4202. Égouts. — C'est sans doute une bonne idée que celle de faire passer sous terre ce qui nuit au-dessus ; elle est ancienne comme le monde : mais c'est le contre-sens de cette idée, que de faire échapper les liquides par un orifice , pour en laisser arriver les produits gazeux par un autre , et de construire les égouts de manière que tout ce qui est encore inoffensif trouve un écoulement facile, et que tout ce qui a fermenté revienne à la surface du sol. Nos égouts de Paris ne sont pas construits d'après une idée plus rationnelle. L'eau des ruisseaux s'y engouffre , avec sa vase qui y fermente continuellement sous l'influence délétère de l'obscurité (4197) ; et l'air qui y pénètre avec violence par les bords de la rivière , en chasse continuellement les miasmes par les bouches qui s'ouvrent dans chaque quartier. On s'apercevra d'autant plus un jour de la gravité de cette faute, que le réseau des égouts occupera une plus grande surface sous le pavé de Paris. Pour parer à ce fléau qui menace la salubrité de la capitale , il faudrait 1<sup>o</sup> que les égouts se déchargassent de leurs immondices sous l'eau de la Seine , de manière que l'embouchure de l'égout fut entièrement cachée par la rivière , et que l'eau pénétrât assez avant dans le conduit ; 2<sup>o</sup> que les miasmes gazeux, au lieu de se répandre sur le sol des rues par les orifices de l'égout, fussent entraînés par une cheminée jusqu'au-dessus des toits et jusqu'au contact des rayons lumineux. Ces cheminées pourraient être pratiquées contre les murs des établissements publics les plus élevés.

4203. NETTOYAGE. — Si l'on pouvait tenir le pavé de Paris constamment sec , on aurait d'un seul coup assaini tous les quartiers de la capitale ; il ne suffit pas de le laver souvent ; car, pour éviter les inconvénients de la décomposition humide, il faudrait le tenir constamment sous l'eau. Qui ne sait que quelques heures après la plus forte averse , certaines rues sont aussi boueuses qu'auparavant ? Pour obtenir le pavé des rues constamment sec, il n'y a qu'un moyen, c'est de les élargir , et de paver, sans exception , toute la capitale. L'obscurité des rues condense sans cesse les vapeurs d'eau qui s'élèvent de la Seine ; les rues étroites sont le récipient d'un appareil distillatoire, dont l'eau de la Seine serait la

cucurbitè. Rien de semblable ne se fait dans les rues larges et éclairées. Par les mêmes principes , il n'est pas de plus saine méthode de nettoyer un établissement hospitalier, une caserne , une prison , que de les balayer tous les jours et à certaines heures. On ne fait pas une idée de l'odeur nauséabonde qui se répand du pavé des prisons, après qu'on l'a lavé avec l'eau, au balai , et qu'on a éponge , mais avec le plus grand soin , les eaux de lavage. L'humidité dont s'imprègnent , par ces lavages , les meubles, les murs et les vêtements, non seulement est la source de la foule d'inconvénients qui affligent ces tristes demeurs , où l'on ne peut jamais, par une excellente raison , que vous porte à l'hospice dès l'instant qu'on y va à l'agonie. Dupuytren eut l'heureuse idée de substituer, dans les hôpitaux, le frottement avec un crachoir et des chaussettes de laine à l'usage de l'éponge ; c'est une innovation dans tous les lieux habités par une grande agglomération d'hommes , même dans les prisons plutôt que par un seul prisonnier est plus digne d'être faite que de rendre un malade , et que c'est lui-même qui se frotte. Ajoutez à ce bienfait, de l'air continuuellement sans courants d'air ; une température constante , par tous les bouts ; et vous aurez toutes les conditions d'un hospice digne de ce nom, construit par les soins d'Orfila, en fait est un modèle d'imperfections sous ce rapport. Il est des saisons où on a posé la question si ce n'est pas un crime de *lèse-humanité* de ne pas ouvrir les portes aux malades.

4204. CONSERVATION DES CADAVRES. — Les anatomistes se sont mis depuis longtemps à la recherche d'un moyen conservateur pour ces débris déposés dans les cabinets publics. Les cadavres destinés aux études anatomiques n'ont pu retrouver encore le secret de conserver tous les liquides employés jusqu'à la dissection. On n'a retrouvé encore le secret de conserver qu'en altérant , plus ou moins , la couleur et la texture des tissus , et quelques-uns en corrodant les os.

1<sup>o</sup> L'alcool coagule et durcit les tissus , dissout les substances grasses , les matières colorantes , et a besoin d'être renouvelé plusieurs fois. Le prix en est trop élevé pour convenir aux pièces d'un trop grand nombre.



ses près, les substances animales parfaitement bien, surtout si l'on arin.

est une substance conservatrice; les objets, les déforme, et cristallisés. On conserve très-bien les ix couches de sel marin, de nitrate : sucre : les viandes salées ne se e qu'avec du sel marin cristallisé, les frotte à plusieurs reprises, ou t pendant quelque temps dans une trée bouillante.

de la France, on prépare les *lan-* de porc, en les tenant plongées dans un vase, recouvertes d'une e, de sel, de poivre et de girofle. elles n'ont rien perdu de leur con- a rougeur de leurs chairs; et elles s la cuisson, un manger fort re- : gourmets.

y a proposé la dissolution du gaz c dans l'eau; procédé qui, outre prix, offre la propriété de conser- nt les substances, et de rendre les parties les plus ternes de l'or- a solution est concentrée; mais la , la texture et la couleur des corps ement dans ce liquide.

é corrosif, outre les dangers attaploi, ne conserve les substances it de leurs formes et de leurs tissus. itions très-concentrées de cuivre et au maximum, sont classées dans onservateurs; mais ces sels pénè- ent dans les tissus profonds, et ne i que les surfaces. L'injection des ait cependant en retirer de grands

ecconnut, au vinaigre de bois em-, une propriété antiseptique, au gré. Berrès, à Vienne, en injecta r l'artère poplitée, dans les vais- lavre; au bout de deux jours, on ères et la peau; on disposa le cada- ce anatomique; il fut séché à l'om- le situation, pendant quatre-vingts il donnât le moindre signe de pu- is par ce procédé les tissus se colo- et deviennent presque noirs en in sait comment on cuit les viandes ns à la fumée de l'âtre.

ou tout autre sel d'alumine, a été 1827, par F. *Luedersdorff*, mé-

langé aux huiles grasses et à la crème de tartre, pour la conservation des plantes et des champignons spécialement; mais, avant lui, on avait employé l'alun, joint au nitre, à la conservation des pièces d'anatomie. Lereboullet, conservateur du musée d'histoire naturelle de Strasbourg, conserve, depuis 1832, les pièces d'anatomie dans un liquide renfermant quatre de chlorure de calcium, deux d'alun (sulfate d'alumine et de potasse), un de nitrate de potasse, et seize d'eau. Vinet, garde du musée de la même ville, s'était servi du même liquide pour le tannage des peaux destinées à être empilées, et surtout pour la conservation des cerveaux. L'Institut qui, en 1837, a accordé à Gannal une somme de 8,000 fr., pour avoir injecté les cadavres avec l'acétate d'alumine, sel qui ne vaut pas l'alun, et coûte plus cher, a fait, sans aucun doute, un emploi philanthropique des fonds Monthyon; mais il a commis une grave injustice par pensée et par parole, s'il a cru couronner une découverte nouvelle, et une découverte qui remplisse les indications du programme. Les anatomistes n'ont pas tardé à reconnaître de nouveau les inconvénients déjà constatés de ce liquide conservateur; ils ont vu qu'en cristallisant dans les vaisseaux, il ébréçait les instruments de dissection, et nuisait à la forme des organes; qu'il colorait en rouge les tissus les plus blancs, ce qui est une propriété spéciale de l'alunage, menstrue si puissant de toute espèce de coloration. Enfin l'injection par ce sel ne suffit pas pour prévenir, en été, la putréfaction; et, en hiver, sans autre préparation, la putréfaction est par elle-même très-lente.

8° Nous avons fait connaître, en 1829 (\*), un moyen singulier de conserver les cadavres, qui nous fut communiqué alors par Vignal, et dont nous avons constaté par nous-même la propriété remarquable. Les anatomistes ne paraissent pas avoir eu connaissance de cet article. Soit un vase à grande ouverture, et capable de contenir le corps plongé dans l'eau, de manière qu'aucune partie ne dépasse le niveau; si on dépose à la surface un certain nombre de grumeaux de camphre, le corps se conservera indéfiniment, tant que le camphre nagera à la surface. Nous avons vu un fœtus humain, un poulet, et autres corps de ce volume, conservés, sans la moindre altération essentielle, depuis plus d'un an dans ce liquide. Il faut que le vase reste ouvert dans un local éclairé.

(\*) *Annales des sciences d'observation*, tom. II, pag. 279.



9° Il nous semble que les dissections retireraient un grand profit des procédés du tannage des cuirs, modifiés d'une manière intelligente (4028). Videz les intestins du cadavre, et lavez-les à la seringue, avec une bonne eau de chaux; injectez les veines et les artères avec une eau pareille, mais très-étendue; et plongez-y entièrement le corps pendant une à deux heures; si ensuite vous injectez, dans les intestins et dans le système circulatoire, une dissolution concentrée d'écorce de chêne, et que vous plongiez le corps dans un tonneau rempli d'eau et de poussière d'écorce; vous l'aurez, je pense, rendu imputrescible, en raison du temps que vous l'aurez laissé dans ce *rouloir*; et un séjour de deux à trois jours donnera au cadavre la propriété de se conserver, pour les besoins de la plus longue des dissections anatomiques.

4205. **EMBAUMENT DES CADAVRES.** — S'il est une manière hideuse de rendre un culte à la mémoire des morts, c'est certainement celle des embaumements; et je n'ai jamais trop bien pu m'expliquer les motifs qui ont porté l'orgueil des grands à vouloir conserver les restes de leurs proches, sous les traits ainsi défigurés par le scalpel et par les condiments. Il est vrai qu'après les avoir ainsi empaquetés, ils ont soin d'emprisonner à toujours, et pour ne plus les revoir, ces objets de leur culte; ils en auraient horreur s'ils étaient condamnés à les avoir sous les yeux. Je conçois les Romains et les Grecs qui les réduisaient en cendres; je conçois les sauvages de la Nouvelle-Zélande, dont l'ignorance, plus habile que notre science chimique, sait conserver, à la tête de leurs chefs, la couleur, la consistance des chairs, et l'expression même du visage, et qui embaument la physionomie comme la sculpture la reproduirait. Mais je ne conçois ni les Égyptiens ni nos Pharaons modernes; et je préfère bien mieux l'ouvrage des vers et du temps qui respectent le squelette et le dépouillent de ses chairs, à l'art des embaumements, qui salit également et les chairs et le squelette. Riches, consacrez donc cet argent à soulager quelques misères, et vous aurez par là rendu la terre plus légère à celui qui doit rentrer nu dans le sein d'où il est sorti nu! Il est une justice à accorder aux pharmaciens de l'ancienne école; ils ne proposaient leurs secrets qu'aux riches. Les savants de la nouvelle école ont étendu ce bienfait; et nous avons lu dans un journal populaire de cette année, que le pauvre enfin allait à son tour jouir du bienfait des em-

baumements, dont les nouveaux ont fait descendre le prix jusqu'à la portée des plus modestes. La presse actuelle nous a plus d'un échantillon de ce genre; avouer que celui-ci les dépasse tous; ne vous l'avantage qu'il y aurait pour lui paria, sans domicile, obligé de déguerpir les trois mois, portant tout avec lui, sa personne, jeté à la rue, avec ses meubles, du mois, à midi, quel avantage il trouve, à donner aux restes de ses proches, une voiture qu'à ses meubles les plus gros! Le peuple a une autre religion de vos pompes funèbres; il a la religion des vivants, et c'est celle qui console; et rendu à la terre tout ce que les morts ont emporté de la terre, il conserve d'eux ce qui leur a servi d'ailleurs, leur âme qu'il transmettra.

4206. Les sauvages de la Nouvelle-Zélande dessèchent les têtes en les vidant des cerveaux, les imprégnant de sel marin, les enveloppant de fumée, au-dessus d'un fourneau, jusqu'à la dessiccation complète, et en ayant soin de couvrir les chairs avec une tige lisse. Les Égyptiens embaumaient leurs corps, et pendant quelques mois plonges dans le natrum, qu'Hérodote désigne sous les noms de *natrum*. On avait cru que ces sels se trouvaient au nitrate, au carbonate. Les chimistes ont abandonné cette recherche en vain ces sels dans les échantillons de natrum. Le passage de Plinius (4028)? Un passage de Plinius (4029) croie que le principe des embaumements est fondé sur la propriété antiseptique du roignon. *Lignum ejus*, dit-il, lib. 12, en parlant du pin, *furnis undique circumdato, fervet; primus sudor, deinde, fluit canali; hoc in Syria cedritur, cui tanta vis, ut in Egypto corpora defunctorum eo perfusa serventur*.

4207. Ce procédé d'embaumement serait le plus expéditif et les corps seraient moins. La dessiccation pour ensuite, soit par le vide obtenu au système des pompes à air, soit à la fumée odorante, comme chez les Zélandais. Mais nous brûlons ou inhumons les morts, et enfin ce culte d'une puérile vénération pour les ossements, ne saurait être que par la profanation la plus dégradée.

4208. **MÉDECINE LÉGALE.** — On a

règles pour reconnaître à la couleur et à la marche de sa décomposition, son inhumation. C'est une prétention celles dont nous avons fait en plus ion justice, dans le cours de cet ou- ont là des circonstances qui varient à n le terrain dans lequel le mort a été infiltrations accidentelles, la quantité ra pu parvenir au corps, la saison du ofondeur de la fosse, la situation du et les figures en couleur qu'Orfila a eu use idée de joindre à la dernière édi- ouvrage, seraient dans le cas d'in- perts dans les erreurs les plus graves, ait y distinguer autre chose, qu'un ne d'aplats de couleurs superposés au

### *Combustion violente ou décomposition ignée.*

analogie de la combustion par le feu, erses fermentations dont nous venons st plus positive qu'on ne saurait se l'abord; ce n'est pas ici le lieu de trai- ion sous ce point de vue; nous n'avons la marche, et qu'à décrire les pro- le opération.

s que les tissus végétaux et animaux, s substances organisatrices, organi- ganiques, se trouvent en contact avec ur, à une température voisine de celle e, leurs molécules tendent à se désa- e volatiliser soit isolément, soit par urs combinaisons avec l'oxygène de ar suite de leurs combinaisons réci- ette opération se nomme combustion. s que l'on recueille alors dans le réci- aussi variés que peuvent l'être, et la tissus, et l'essence des arbres, et male, et la durée de la combustion, ité d'air atmosphérique qui traverse, ment donné, la substance combustible.

, les tissus d'origine animale répan- mée riche en substances ammoniacà i tissus d'origine végétale la fumée est eumatique; mais la distinction n'est reuse, qu'elle puisse s'établir sur des les à reconnaître. Toute substance feu commence par bouillir avec une ferveur, puis par fondre, pour dans son eau de cristallisation; elle i gaz, des vapeurs s'en dégagent, sou- L. — TOME II.

levant avec elles, comme la vapeur soulève la soupape et le piston, les molécules solides, salines, ou cristallisées, qui sont dans le cas de s'op- poser à leur passage; et si l'air atmosphérique cesse d'arriver à la substance, ou si sa tempé- rature baisse assez pour rendre toute combinaison ultérieure impossible, il reste dans la cornue un. charbon d'autant plus volumineux, que le tissu était moins rigide, moins ligneux ou moins osseux, et plus glutineux ou plus albumineux. Si la chaleur se maintient au degré convenable et que le courant d'air atmosphérique continue à circuler à travers le tissu, tout le résidu charbonneux se volatilise en s'oxydant, et, pour dernier résidu, on aura un mélange terreux de sels de diverse nature; à la carbonisation aura succédé l'incinération.

4211. Ainsi, les produits volatils et incinérés sont d'autant plus abondants, et d'autant plus complètement isolés, que l'oxygène arrive avec plus de constance, sous un plus grand volume, et par un degré de température plus élevé. Le vo- lume du charbon sera d'autant plus grand que la chaleur sera plus élevée, et que l'air atmosphé- rique sera plus intercepté. De là vient que certaines substances organisées, déposées dans le sein de la terre humide, s'échauffent en fermentant, et sont trouvées entièrement carbonisées, comme si elles avaient passé au feu, lorsqu'une fouille les met à découvert. L'origine de la houille et du charbon de terre n'est pas différente; ce sont des forêts qui, ayant été enfouies par l'inondation diluvienne sous des monceaux immenses de sable, se sont carbonisées, fondues, liquéfiées, dans leurs pro- duits empyreumatiques, sous l'influence d'une souterraine fermentation; la houille est donc la réunion condensée de tous les produits solides, charbonnés, oléagino-résineux et empyreumati- ques, qui, faute de pouvoir se dégager dans les airs et s'isoler les uns des autres, se sont dissous mutuellement, et sont devenus compactes sous la pression des couches superposées.

4212. Le charbon est presque toujours, dans la cucurbite, un composé très-compiqué de carbone et de sels terreux; la fumée de certaines substan- ces oléagineuses se dépose sur les parois des tubes ou des tuyaux de cheminée, à l'état presque d'une parfaite pureté. Le diamant, comme on sait, n'est que le carbone cristallisé et diaphane. Il s'oxyde en brûlant dans le gaz oxygène, exactement comme le fait le charbon le plus vulgaire. Georges (417) a fixé l'attention des savants sur un fait d'un grand intérêt; c'est que le diamant se désa- grège en molécules noires et charbonneuses,

quand on l'use avec un autre diamant ou tour ordinaire, en effet, l'on voit tomber une poussière fine noire, que Saigey (\*) a reconnu être composée de carbone pur, en le brûlant au chalumeau entre deux petites coupelles (360). Ce fait, en apparence inexplicable, est pourtant susceptible de la moins équivoque explication.

4313 Quelque compliqués et nombreux que semblent être les produits de la fermentation ignée, cependant il nous sera facile de montrer, qu'on peut les réduire au petit nombre de ceux que nous avons constatés dans la fermentation alcoolique et ammoniacale. En effet, l'oxygène de l'air atmosphérique, venant à se combiner avec le carbone, produit de l'oxyde et de l'acide carbonique; avec l'hydrogène du tissu, de l'eau; avec l'azote, de l'acide nitrique. L'hydrogène du tissu éliminé produit de l'ammoniaque, avec l'azote de l'air atmosphérique, et augmente ainsi la somme des produits ammoniacaux renfermés dans le tissu combustible. L'hydrogène, avec le carbone, s'échappe en gaz oléifiant ou carbure d'hydrogène en diverses proportions; l'hydrogène restant s'échappe libre; mais tous ces produits, se rencontrant à leur tour, se mélangent à leur tour. Hydrogène carboné et eau = esprit pyroligneux (4161); hydrogène carboné et acide carbonique = acide acétique (3985). Acide carbonique, oxyde de carbone et eau = acide oxalique. Hydrogène carboné et ammoniacque = huile empyreumatique plus ou moins étendue, selon les proportions. Huile et eau = huile moins volatile et s'élève à la température ordinaire. Huile et charbon fuligineux = huile noire. Enfin il n'est pas un produit de la combustion, qui ne puisse être considéré comme un mélange, en diverses proportions, de ces éléments en petit nombre. Énumérons ceux de ces mélanges qui sont le plus souvent employés, et les plus faciles à remarquer.

4314. FUMÉE, NOIR DE FUMÉE ET SUIE. — La suie est au noir de fumée, ce que le charbon est au carbone. La suie est le dépôt de la fumée des substances riches en sels de toute sorte; le noir de fumée est le dépôt de la fumée provenant de la combustion des bois essentiellement résineux ou oléagineux, du bois de pin. On recueille le noir de fumée dans des cheminées horizontales, recouvertes à leur orifice supérieur par une toile de laine peu serrée. La suie est une incrustation de tous les sels de la substance combustible: huile,

résines, silice, sulfate de chaux et carbonates de chaux, de potasse et de phosphates de chaux, de potasse et de fer et autres, carbone; sels ammoniacaux.

4315. VIVATRE DE BOIS. — Acide étendu d'eau, et tenant en dissolution sels, les huiles, les résines, etc. On l'esprit pyroligneux par la distillation; l'esprit pyroligneux étant volatil plus acétique; puis, par une distillation sur l'acide sulfurique, on peut obtenir l'acide à un grand état de pureté, à très-préalablement le mélange par la chaux.

4316. Goudron. — Mélange d'huile, de carbone et de sels, qui coule pendant la combustion des bois résineux. On le recueille, dans la terre, un fourneau creusé, versé, aboutissant à une gouttière; on remplit le cône de bois résineux; avec du gazon, après avoir mis le feu. Le bois se charbonne, le goudron s'écoule et vient se réunir dans la gouttière en une huile noire qui conserve sa consistance longtemps.

4317 POIX. — C'est le résidu solide de la distillation du goudron avec l'eau; dans le réceptacle une huile aqueuse; a donné le nom d'huile de goudron; le mélange résineux dépouillé de l'huile.

4318. CHARBON DE BOIS. — Autour d'une tige verticale, qui sert de pivot central à la combustion, on dispose, sur un plan de terre, les bûches de bois, comme tout autour d'un pivot, de manière à donner à la pile la forme d'un cône très-évasé. On recouvre la masse de gazon; on met le feu au bois par un trou latéral dirigé du côté du vent; ou par un pivot dont la lacune forme le tuyau de la cheminée; quand le feu a pris, on ferme le trou de terre et de gazon; et on laisse la combustion se faire; et on laisse pénétrer de l'air que tout juste faut pour activer la combustion. On se sert en charbon tous les fragments de bois qui restent; on rompt alors le brasier pour que le charbon s'écoule. On obtient proportionnellement plus de charbon en poids et en volume si la combustion a été mieux surveillée et

(\*) Voyez le Bulletin scientifique et industriel du Réformateur, n° 171, 29 mars 1835.

4319. CHARBON OU NOIR ANIMAL. —

édant à un haut degré la propriété et décolorante, qui est inhérente à du charbon en général, est devenue commercial d'une grande importance applications saccharines. On obtient le en calcinant, en vases clos, les os, fons de laine, les cornes et les sabots, enfin provenant des abattoirs et des corchage. Les produits gazeux se moyen d'un tube, dans un tonneau acidulée avec l'acide sulfurique et ue; ou viennent se brûler, en trouveau le brasier, avant de se rendre e charbon animal qui a été consacré es sirops peut servir d'engrais; mais par une nouvelle combustion, après t subir quelques préparations que cant tient secrètes. Nous propose-, de tenir le charbon plongé quelque ne eau acide, dans les *eaux sâtres* ers, avant de brûler de nouveau la mmeuse. On pourrait peut-être aussi ver ou de laisser séjourner, plus ou mps, le charbon en question dans on d'ammoniaque.

**IMAGE AU GAZ.** — Soit une espèce de de cylindre en fonte, rempli de e briques concassées; si on élève la au rouge, et qu'on fasse arriver, sur un flet d'une huile quelconque, ompose en gaz, susceptibles de four- ne des plus vives, lorsqu'après les ser à travers un réservoir épurateur, échapper dans l'air par un bec à ori-, en effet, on approche la flamme du e jet prend feu avec explosion, et la aintient au bout du bec, tant que la distillation gazeuse n'est pas tarie. istillée de la même manière, fournit ogue, mais moins abondant, et qui fois à deux fois et demie moins; car est à sa seconde combustion, et sa oppose à ce que la distillation s'opère litions où les briques poreuses pla- s. On ne se sert que d'huile de mau-, et, en Suède, de goudron et de poix. ise épuratoire, que traverse le gaz, ier de la chaux vive pour saturer les ivonner les huiles empyreumatiques u *cook* est le résidu de la distillation houilles.

Les produits gazeux, susceptibles de brûler avec flamme, sont composés d'hydrogène, d'hydrogène bicarboné, d'oxyde de carbone, d'une huile empyreumatique fétide, d'un peu d'hydrogène sulfuré, de gaz acide carbonique et d'azote.

**4221. SUCCIN.** — Mélange fossile de résine, d'huile essentielle et d'acide (4056), provenant de la fermentation diluvienne des forêts enfouies. C'est une substance diaphane, tantôt incolore, tantôt d'un jaune clair, tantôt d'un brun foncé; plus dure que les résines ordinaires; d'une densité de 1,065 à 1,070; exhalant, sous la pression, une huile volatile ayant l'odeur du poivre; entrant en fusion à 287°.

**4222. BITUME, ASPHALTE.** — Substance fossile noire, ressemblant à la houille, offrant la cassure de la poix, ayant la même origine, mais une composition différente à la distillation; outre les produits ci-dessus, elle exhale des vapeurs ammoniacales. La *mer Morte*, dans l'ancienne Judée, en rejette continuellement des fragments sur ses bords.

**4223. HUILE DE NAPHTA ET HUILE DE PÉTROLE.** — Substances fossiles et de consistance oléagineuse, de même origine que les deux précédentes. L'huile de naphtha est incolore ou légèrement jaunâtre, d'une densité de 0,753, laissant peu de résidu à la distillation. L'espèce la plus pure se trouve en Perse, dans une marne argileuse, qui en est tellement imbibée, qu'on n'a qu'à y pratiquer un trou, pour le voir rempli de naphtha liquide. L'huile de pétrole est d'un brun jaunâtre, d'une densité de 0,836 à 0,878, laissant un résidu noir et volumineux à la distillation. La plus grande partie de l'huile de pétrole du commerce nous vient d'Amiano, du mont Zibio, près de Modène, et du mont E-ciaro, près de Plaisance, d'où elle sort avec l'eau du sein de la terre.

**4224. GOUDRON MINÉRAL, MALTRE OU PÉTROLE TENACE.** — On en trouve en Perse, en France, près de Clermont, dans les Vosges; il remplace le goudron végétal dans plusieurs applications. On en retire une poix qui ressemble exactement à la poix ordinaire.

**4225. CAOUTCHOUC FOSSILE (3950), BITUME ÉLASTIQUE, POIX MINÉRALE ÉLASTIQUE.** — Substance très-rare, qui n'a été trouvée qu'en Derbyshire; en France, près de Montrelais; et dans le Massachussets.



4226. Nous ne chercherons pas à entrer dans des détails spéciaux, au sujet des substances désignées sous les noms de *naphthaline* ( substance sublimée pendant la distillation à sec du goudron ); de *pyréline acide* ou *pyréline neutre* ( mélanges neutres ou acides d'huiles essentielles ou de résines distillées ), de *paraffine* ( couche résineuse soignée qui occupe le fond du récipient dans la distillation du bois de hêtre ); d'*eupione* ( couche oléagineuse qui surmonte la *paraffine* ). Il faudrait nous jeter dans tout un volume de discussions, pour prouver que le nombre de ces substances est trop grand ou ne l'est pas assez (5908).

4227. ENCRE INDÉLÉBILE, ENCRE DE CHINE. — Le commerce, effrayé du talent d'imitation, dont les faussaires nous ont donné de si fréquents exemples, avait demandé au gouvernement de diriger l'attention des savants vers la recherche d'une encre indélébile. L'Académie des sciences fut mise en demeure, non-seulement par une lettre ministérielle, mais encore par les nombreux mémoires qui pleuvaient sur le bureau du président, à chaque séance. L'Académie médita pendant près de deux ans, s'il faut en juger par son silence, sur les moyens de résoudre le problème; aucun des moyens proposés par les concurrents ne fut trouvé, par elle, de bonne et valable qualité. Enfin, le 13 février 1837, elle lut, par l'organe de Dumas, un rapport fort long, dans lequel, après avoir signalé les inconvénients des encres indélébiles, du papier Mozart, du papier de sûreté; après avoir proposé le moyen des filigranes pour dessiner, d'une manière inimitable, la pâte du papier des effets de commerce; elle proposa à son tour une encre indélébile, dont pourtant elle avoua ingénument qu'aucun homme de loi n'avait voulu se servir. « Le charbon, disait-elle, est la seule substance dont aucun réactif ne puisse faire disparaître ou altérer la couleur noire. L'encre de Chine se compose de charbon très-divisé, de noir de fumée; mais l'écriture à l'encre de Chine s'arrête à la superficie du papier, et il serait très-facile de l'enlever avec un peu d'eau, en le frottant à la gomme élastique. Il n'en serait plus de même, si on pouvait trouver un moyen de la faire pénétrer dans la pâte du papier même. » Ce moyen, elle crut l'avoir trouvé dans la dissolution de l'encre de Chine dans une eau acidulée avec l'acide hydrochlorique, marquant 1° 1/2 à l'aréomètre Beaumé, pour les plumes ordinaires; et dans une eau alcalisée par la soude caustique,

marquant 1° à l'aréomètre pour les plumes.

Ce procédé est un corollaire étalé du blanchissage des statues de marbre, à l'acide hydrochlorique. Et nous concevons que les hommes de loi ont dû rire de la science, en apprenant que leur science n'était plus tout. Il ne manquait, en effet, au rapport, c'était d'avoir prévu les effets du procédé.

1° Le procédé par l'acide hydrochlorique rend le papier toujours moite et l'acte, griffonné de cette encre, n'a pas à pourrir et à tomber en lambeaux dans des études: c'est ce que tous les écrivains et fabricants de papier ont vu et blâmé dans l'emploi du chlore pour le blanchir. Le papier le plus blanc n'aurait pas manqué à pourrir et à tomber en lambeaux; l'amidon s'en serait saccharifié, eût cessé d'être collé en quelques années; eût fallu inventer, en même temps, d'habit inattaquables aux acides, car d'habit d'homme de loi qui n'eût porté, pour une grande et belle tache de charbon, la partie gauche de la poitrine.

2° La soude caustique aurait fini par charbonner le papier, dans l'humidité des études; elle aurait enlevé aux plumes l'enduit résineux qui les préservait, et qui fait couler l'encre sans interruption.

Le commerce et la procédure ont profité de ces faits, et ils ont eu garde de faiblir; les journaux trouvèrent le procédé; mais heureusement, ce jour académique n'eut pour personne de valeur; il fut oublié; et si nous le rapporons, c'est pour en prévenir le retour.

## DEUXIÈME CLASSE

### BASES INORGANQUES DES

4228. Nous venons de parcourir les bases d'association par lesquels passe la vie, pour arriver à être apte à la charpente du tissu et devenir substance carbonée et hydrogène; puis carbon et oxygène dans une progression capable d'élever l'hydrogène à la forme d'acide; à ce moment la substance est organisée; pour devenir organisée, il faut nécessairement se combiner avec une base soit ter-



cette combinaison, une fois opérée, me vésiculaire; elle revêt la propriété des gaz organisateurs, pour les condenser, et les bases terreuses pour organiser à leur tour; d'engendrer comme elle engendrée, c'est-à-dire de continuer le mouvement indéfini, d'où résulte la vie. La même que nous avons observée, dans la formation de la molécule organique, s'observe au succès dans la combinaison des sels terreux : d'abord dissous dans le liquide, puis sur les surfaces, puis combinés si intimement, qu'il faut décomposer celles-ci pour en liberté ceux-là, ou saturer ces sels avec l'acide, pour éliminer la substance organique, les caractères de gomme ou d'albumine, était dépouillée en s'organisant. De là, nous principales de cette seconde section *inorganiques incrustés, combinés*.

## PREMIÈRE DIVISION.

### BASES INCRUSTÉES.

La cellule végétale, ainsi que la cellule animale, est une espèce de laboratoire de tissus, qui s'organisent et se développent dans le liquide (119, 1481). Ses parois imperforées, à l'aide de nos instruments grossissants les plus puissants, ont la propriété de puiser, par aspiration, dans les fluides ambiants, les éléments nécessaires à la nutrition (3283). Elles ont donc la propriété de faire comme un triage, d'admettre certains éléments, et d'arrêter au passage certains autres, par conséquent de séparer les éléments des combinaisons, pour n'en adopter que les utiles.

Or, quand cette élimination a lieu à l'égard des sels, il peut arriver que la partie éliminée soit une base insoluble, ou un sel qui ne soit soluble qu'à la présence du menstrue, et que les parois de la cellule ont décomposé à leur tour cette base et ce sel resteront incrustés sur la surface de la cellule. Nous avons vu un exemple de ce phénomène sur la surface interne de *chara* (3291); nous avons remarqué que ce carbonate de chaux, tenu

en suspension par l'eau, à la faveur d'une certaine quantité d'acide carbonique que les *chara* s'assimilent, vient cristalliser, sur la surface aspirante, avec des formes bien reconnaissables, quand les cristaux sont isolés (3290). Nous avons dit en même temps que les conferves présentaient le même phénomène (3324).

4231. Les os, dont nous avons déjà étudié le développement (1772), ne se forment pas autrement. Les valves des coquilles (1807), les rameaux arrondis des oculines, les larges expansions des madrépores, s'accroissent, ainsi que les os, par des incrustations de carbonate de chaux, qui se déposent sur les parois internes des vaisseaux plus ou moins serrés de leurs membranes. Toutes ces substances sont redevables de leur solidité à l'abondance de ce sel terreux, et elles doivent leur poli nacré à la membrane qui recouvre le carbonate. Nous imitons cet ingénieux procédé de la nature, dans la fabrication du *stuc*, qui n'est qu'un mélange desséché de matière animale (*gélatine* ou *amidon*) et de gypse. La nacre artificielle enfin n'est autre que ce secret surpris par l'art à la nature.

4232. Je vais joindre à ces exemples quelques cas assez curieux d'incrustations organiques.

### § I. Incrustation de silice cristallisée (\*).

4233. Lorsqu'on observe, à un faible grossissement, un fragment de la spongille des étangs (\*\*), on remarque que son tissu se compose de cellules hexagonales, dans les interstices desquelles se trouvent des poils grêles, longs et hyalins (pl. 17, fig. 1), qui en font paraître les bords ciliés à l'œil nu.

4234. Isolés de la substance organique, et observés dans l'eau, ils apparaissent comme des poils de graminacées, de  $\frac{1}{3}$  de millim. en longueur sur  $\frac{1}{50}$  en épaisseur (502), et leurs extrémités sont obtuses (fig. 3). Mais à sec ou en ayant soin de diminuer l'intensité de la lumière (754), ils présentent, dans le sens de leur longueur, trois lignes parallèles, dont la médiane blanche et les deux latérales noires, et se terminent en une pointe longue et acérée (fig. 2) : en les faisant rouler dans le liquide, par l'agitation qu'on imprime mécaniquement, ou à l'aide de l'alcool, on s'assure qu'ils présentent toujours à la fois ces trois lignes

\* Voir sur les spongilles, tom. IV des Mém. de la Soc. de Paris, 1828.

(\*\*) On trouve en abondance ce polypier dans l'étang de Plessis-Piquet, près de Paris.

il faut faire plus que se contenter de constater surtout s'assurer d'abord du règne minéral la substance observée : c'est ce qu'il faut faire. Nous avons pris pour sujet l'*Idium* du Jardin des Plantes. Nous avons vu en effet les cellules en question (a) ; nous avons vu s'échapper dans l'acide (a) hors d'un cylindre opaque la substance qui s'échappait ne se compose pas de des aiguilles cristallines de chaux ; celles-ci proviennent des cellules qu'on se trouve dans l'eau avant que l'on ne se des prétendues *biforines* ; avec attention, l'auteur aurait vu que la substance qui s'échappe finit par se confondre avec le canal (c) en prenant peu à peu son pouvoir vasculaire ; le canal (c) est un canal vasculaire qui a deux bouts, et qui cède à l'eau sans être perméable à l'eau de part et d'autre ; l'écoulement de ces corps dans l'acide sulfurique, dans l'acide hydrochlorique (c) a fini par s'y oblitérer et par s'y éteindre, en perdant graduellement ; et après le plus long séjour, le corps est resté inaltérable. J'ai fait passer le corps dans l'acide nitrique, tout y a résisté à l'exception de l'écusson (b), qui s'est dissout sous la forme de la figure (34), l'écusson (b) est donc une plaque inorganique au vaisseau (c), sur lequel elle se trouve. Lorsqu'on ratisse l'épiderme, on trouve le *quartz scutellaire*, si je puis m'exprimer ainsi, entraîne avec elle la partie du vaisseau, le vaisseau qui s'ouvre alors par les deux bouts et est capable de laisser échapper

dans l'eau tout ce qu'il renferme ; mais il ne renferme pas la moindre quantité de cristaux aciculaires de phosphate de chaux (a, fig. 35, pl. 17), lesquels proviennent du voisinage et d'un autre centre d'incrustation.

## § II. Incrustation de phosphate de chaux cristallisé (\*).

4245. Si l'on déchire, sur une goutte d'eau placée au porte-objet, un fragment de tige ou feuille de *phylolacca decandra*, la base étiolée de nos orchis, *ornithogalum*, *narcissus*, *hyacinthus*, l'anthère des *epilobium*, les jeunes tissus de l'*œnothera biennis*, le calice, les vaisseaux de l'ovaire de la même plante, les anthères de l'*impatiens balsamina*, et d'une foule de monocotylédones à corolles, on voit se répandre dans l'eau une multitude de petites aiguilles libres, mais qui tantôt se réunissent par un bout et divergent par l'autre pour former des étoiles, et tantôt glissent successivement l'une contre l'autre (pl. 17, fig. 14) jusqu'à imiter d'une manière frappante le *vibrio paxillifer* de Muller (\*\*). Or, par des dissections faites avec un certain soin, on trouve que ces aiguilles sont rangées pariétalement, contre la paroi externe des vaisseaux de la plante, qu'elles tapissent avec une grande régularité dans leur disposition.

4246. Il est facile de s'assurer qu'elles ne se trouvent jamais dans l'intérieur d'une cellule ; car elles sont longues d'un dixième de millimètre sur un trois-centième en largeur environ, et le diamètre des cellules de certains de ces végétaux ne dépasse pas un vingtième de millimètre.

Paris, 1828. Et, dans le même volume, on trouve sur les cristaux calciques. Voyez de plus *Bouquet scientifique*, p. 25, 1831. Chez Meilhae. Ce n'est peut-être que le résultat du déchirement des plantes ci-dessus, ou bien c'est l'écoulement des tubes ou cellules de laquelle la substance est dissoute, comme dans les spongilles ; j'ai déjà vu d'analogues dans une substance voisine du *quartz* ; toutefois elle n'est pas identique. »

Suite de la première édition, a donné l'éveil qui se sont formés à l'étude de la nouvelle méthode, Kutzing a annoncé que la carapace qui revêt les bacillaires est de la silice pure. En effet, ouvert, dans les tourbières de Franzesbad on trouve du siliceux de tripoli entièrement formé de petites espèces de *navicules* microscopiques de chaux, qui est très-commune dans les eaux douces de la France. Brébisson, la même année, reproduisit,

comme ayant été vérifiée par lui, la note précédente, et confirma que le *vibrio paxillifer* est siliceux, ainsi que les diatomées ; et enfin, Humboldt, de Berlin, éveilla l'attention des savants de Paris sur un fait merveilleux, qui est que les Lapons, dans les temps de disette, mangeaient ce qu'on appelle la *farine des montagnes*, tripoli composé d'infusoires fossiles. Sur ce, Biot trouve le même usage cité chez les Chinois. Puis enfin, de simples observateurs, sans aller si loin, font savoir que les peuplades plus voisines de nous, réduites aux dernières extrémités, se restaient l'estomac avec du bol d'albamine ; et un instant, le feuilleton scientifique de la presse quotidienne fut sur le point de préconiser le tripoli avec ses fossiles microscopiques, comme le succédané de la gélatine, pour l'alimentation du pauvre (3607). Ce vacarme académique, qui dura tout le mois d'août 1836, était pour le moins aussi amusant que celui des étoiles filantes qui s'abattaient tous les huit jours sur le Pont-Royal, et que celui des crapauds qui pleuvaient tous les huit jours à l'Académie.

4247. On constate leurs formes cristallines par le même procédé que ci-dessus (4235), et l'on s'assure de même que ce sont des prismes à six pans, terminés à chaque bout par une pyramide de même base (fig. 7). Mais il faut employer à cet effet un très-fort grossissement (de 500 à 1000 diamètres).

4248. L'alcool, l'éther, l'ammoniaque, l'eau bouillante, le plus long séjour dans l'eau où macère la plante (un an, par exemple), n'attaquent nullement ces aiguilles.

4249. Les acides végétaux ne les attaquent pas. Les acides minéraux les dissolvent sans la moindre trace d'effervescence. L'oxalate d'ammoniaque précipite de la solution de la chaux, quand l'acide qui les dissout n'est pas en excès.

4250. Exposés à la chaleur rouge sur une lame de verre, et observés ensuite au microscope, ces cristaux n'ont pas subi la moindre altération, et l'acide minéral les dissout même alors sans effervescence.

4251. Ces aiguilles ne sont donc ni un carbonate calcaire, ni un oxalate, sel que la chaleur pulvérise et change en carbonate. On pourrait, à leur forme et à leur grosseur, les confondre avec le sulfate de chaux; mais les aiguilles du sulfate de chaux se réduisent en poussière à une faible température, fondent à une température plus élevée, tandis que le phosphate de chaux est infusible au chalumeau, si on le traite seul et sous fondant. On peut faire comparativement l'expérience, en soumettant à la même chaleur deux lames de verre, dont l'une apporte les aiguilles isolées de nos orchis, et l'autre les aiguilles de sulfate de chaux obtenues par l'évaporation d'une solution acide de craie et d'acide sulfurique.

4252. Les aiguilles des végétaux dont nous parlons sont donc des cristaux aciculaires de phosphate de chaux, sel qui, comme on le sait, abonde dans les tissus des plantes (\*). Le tissu des feuilles

et tiges du *phytolacca decandra* et ces aiguilles, presque autant que celles l'est par les cristaux de quartz.

4253. Nous citerons encore le sulfate (gypse ou plâtre) que certains espèces des légumineuses, surtout, s'assimilent avec une avidité si remarquable que leurs tiges en s'en incrustant, finissent par devenir mélangées à l'eau. De là vient que leurs racines refusent de cuire (96a) et de par l'abolition, lorsqu'on a planté ou qu'on se sert d'une eau sélénite faire cuire.

### § III. Incrustation cristalline de chaux (\*).

4254. Dans les tubercules d'iris de découverte des cristaux d'une autre qu'aucun observateur n'avait jamais dans les végétaux. On les aperçoit en obtenant des tranches minces de ces La fig. 10, pl. 17, représente une de ces On y voit les cristaux à saillie ou tissu cellulaire à mailles carrées, et ils occupent les interstices; et entre des rubans diaphanes entre le tissu cellulaire qui est opaque, à cause de sa couleur qui l'obstruit (1023).

4255. Ces rubans de cristaux, comme dents, tapissent les vaisseaux qui se dans le sein du tubercule.

4256. Lorsqu'on en tire un à l'aide d'un fil hors du fourreau dans lequel il est, on trouve souvent terminé comme le fig. 8, ce qui rappelle grossièrement la figure d'une flèche. Ces cristaux millimètre en largeur, et la plupart atteignent un tiers de millimètre en

(\*) Ces petites aiguilles ont été prises, par Decandolle, pour des organes ou les parties d'un nombre *raphides*, à peu près au moment où nous avons publié ce premier travail. Il les avait figurées, avec la forme de la fig. 1, pl. 17, en vertu de l'analyse que nous avons indiquée plus haut (214). J'ai vu, que le premier des auteurs cités ci-dessus le même auteur (*Journal de physique*, 1802, pag. 187, 188). Le mémoire de Durand n'est pas le seul qui se rattache à l'analyse. M. de Lamarque (*l'organisation des plantes*, 1812, in-4°) a aussi les aiguilles du phosphate de chaux, au sujet duquel il a écrit une note. On trouve, dans le tissu cellulaire de quelques plantes, tantôt dans les cellules seules et remplies d'eau, p. e. dans le *Calla alba* (pl. 5, fig. 22, 9); dans le *Musa sapientum*, tantôt dans les canaux en résolvant, p. e., dans

l'*Alnus serrulata* (pl. 1, fig. 20), des corps fins, rouges quelquefois en forme de dents, qui sont essentiels de la plante, mais qui, selon le mode de culture, se trouvent dans le tissu cellulaire ou dans les vaisseaux. Les auteurs qui ont écrit sur les plantes ont souvent publié des descriptions de ces cristaux, mais sans en donner les moyens d'investigation. Les auteurs qui ont écrit sur les plantes ont souvent publié des descriptions de ces cristaux, mais sans en donner les moyens d'investigation. Les auteurs qui ont écrit sur les plantes ont souvent publié des descriptions de ces cristaux, mais sans en donner les moyens d'investigation.

(\*) Mémoire de Durand cit. p. 1523

leur forme cristalline, soit la fig. 7, que le cristal n'offre ici qu'une large terminée par deux facettes obliques, conséquent sont obscures, vu qu'elles rayons lumineux à la manière d'un si, à l'aide d'une pointe ou d'une pl (724), on fait tourner le cristal sur on lui voit prendre successivement fig. 8 et celui de la fig. 7. Or ces indiquent évidemment que ces cristaux prismes rectangles, terminés par à quatre faces qui résultent du développement des angles. Car lorsque le prisme est appliqué par une de ses faces sur la horizontale du porte-objet, il est les rayons lumineux traverseront l'épaisseur du cristal sans se dévier. Mais si le cristal sera incliné sur un de ses angles, les faces étant obliques, par rapport au microscope, joueront le rôle de prismes et le prisme rectangle offrira donc trois rayons lumineux parallèles, dont la médiane et deux latérales obscures, et enfin il aura, à la faveur de cette illusion, de la fig. 9, à six pans dont nous nous sommes occupé plus haut (4235); et cette illusion aura toutes les fois que le cristal est appliqué contre le porte-objet, par une de

si l'on veut maintenant obtenir la mesure de l'angle on aura recours au goniomètre microscopique décrit au § 716 et suiv. de cet ouvrage; on verra que l'angle  $abc$  (fig. 7, pl. 8) est conséquent l'angle  $bcd=140^{\circ}$ . L'une des faces sur l'arête est donc envahie. Quand une face envahit toutes les faces du cristal est alors terminé en bec de han-

ch, ainsi que le montre la fig. 11, ce qui provient peut-être du clivage d'un cristal.

Les cristaux sont insolubles dans l'alcool, bouillante; et la plus longue macération dans l'eau froide ne parvient à les attaquer. Les acides végétaux, l'acide lui-même bouillant ne les attaque

Les acides minéraux étendus ou concentrés précipitent la chaux, en cristaux analogues à ceux de chaux, par leurs formes et par leurs dimensions (fig. 6); mais qui s'en distinguent par l'inverse, qui est de  $102^{\circ}$ , et en conséquence par  $d=129$  (4307).

centrés les dissolvent sans la moindre effervescence, et l'ammoniaque détermine un abondant précipité dans la dissolution.

4260. La potasse caustique, même à l'aide de la chaleur, ne les attaque pas non plus. Elle les isole au contraire très-bien de leurs fourreaux organiques, par la propriété qu'elle a de transformer les tissus en acide oxalique (3996). Aussi, peut-on obtenir, par ce moyen, ces cristaux, à l'état de la plus grande pureté, après quelques lavages.

4261. Si on les soumet au feu sur une lame de verre, et qu'on les examine au microscope après le refroidissement, ils ne semblent avoir changé ni d'aspect ni de forme par réflexion; par réfraction, ils ont un aspect un peu opaque et des taches noirâtres. Mais alors une goutte d'acide végétal ou minéral étendu suffit pour les dissoudre, avec une effervescence qui fait voltiger le cristal, comme une fusée, dans le liquide.

4262. Or tous ces caractères appartiennent exclusivement à l'oxalate de chaux.

4263. Dans les feuilles de rhubarbe on trouve les mêmes cristaux, mais agglomérés (fig. 9 a), rarement isolés (b); et quand ils le sont, on observe toujours que les bases des deux pyramides opposées sont contiguës (b) (\*).

4264. Les cristaux de l'iris de Florence ou germanique se retrouvent en plus grande abondance dans les tissus âgés du *Cactus peruvianus* (cierge du Pérou), et là ils affectent les mêmes dimensions et la même disposition que dans le tubercule d'iris, en sorte que la fig. 10 peut servir pour les uns et pour les autres (\*\*).

4265. Je suis convaincu que les cristaux d'oxalate de chaux sont formés, comme ceux de phosphate, dans les interstices des cellules allongées (pl. 17, fig. 10 b), non-seulement par l'analogie de leur position autour des vaisseaux, non-seulement par leur disposition bout à bout, mais encore par tout ce que nous avons dit sur la cause et le mécanisme de l'incrustation. Au reste, jamais je n'ai aperçu de cristaux dans le sein d'une cellule vivante et d'accroissement (1103), c'est-à-dire élaborant la substance verte ou la gomme.

#### § IV. Influence des tissus organiques sur la cristallisation.

4266. L'oxalate de chaux ne cristallise point

(\*) Tom. IV des Mémoires de la Soc. d'histoire nat. de Paris, 1827. Notes additionnelles sur l'alcyonelle et les spon-gilles, 20.

(\*\*) Nouveaux coups de fouet scientifiques, pag. 25, 1831. Chez Meilhac, in-80.

dans nos laboratoires, au moins d'une manière appréciable à nos instruments grossissants; il se précipite en une poudre fine et amorphe. Les tissus organiques ont la propriété de modifier, de favoriser, et même de déterminer la cristallisation de certaines substances, que la violence de la réaction ne nous permet d'obtenir qu'à l'état de poudre. J'ai bien des fois répété une expérience dont j'ai retrouvé la note depuis la première édition de cet ouvrage. Je me rappelle qu'en mélangeant une solution concentrée de gomme, avec du carbonate de chaux cristallisé, du bicarbonate de soude, de l'ammoniaque, et de l'acide phosphorique, de manière que l'acide fût un peu en excès, il me suffisait de saturer par l'ammoniaque, pour précipiter le phosphate de chaux à l'état de belles lames cristallines, dont je pouvais facilement déterminer les angles à un faible grossissement (\*). Becquerel a opéré la cristallisation de substances incristallisables par l'influence des forces électro-dynamiques; la puissance de l'organisation appartient peut-être à cet ordre de phénomènes physiques.

#### § V. Autres incrustations cristallines.

4267. Les cristaux calcaires que nous avons déjà en occasion de voir se former sur la surface des tubes de *chara* (3291) se retrouvent sans doute encore dans d'autres tissus animaux ou végétaux.

4268. En 1830, le vénérable Lebaillif vint me montrer une poussière qu'un botaniste de la capitale lui avait donnée, comme le pollen d'une plante, dont il le pria de faire le nom. Mais ce que le botaniste prenait pour des grains de pollen, c'étaient des cristaux octaèdres très-réguliers, et qui rappelaient exactement la forme fondamentale, le noyau du *fluat de chaux*. Les grains de pollen, réduits à de très-petites dimensions, naissent à côté de ces cristallisations immobiles; mais leur petitesse les avait soustraits à l'attention du botaniste (\*\*). Je ne sache pas que depuis lors rien ait été publié à cet égard, et je n'ai pu déterminer la nature de cette substance, à cause de la faible quantité qui m'en fut laissée.

4269. Il existe certainement bien d'autres sortes d'incrustations sur les tissus végétaux. On pourra rencontrer l'oxalate, le phosphate et le sulfate de chaux à l'état amorphe et pulvérulent. Mais je ne possède encore rien de précis sur ce sujet fécond d'études.

(\*) Je suis porté à croire que la lumière solaire et l'avancement de la saison jouent un très-grand rôle dans cette production de la cristallisation.

#### § VI. Calculs urinaires,

4270. Ce n'est pas par un phénomène de celui de l'incrustation, que se fait celui de la vessie, des articulations. L'analogie de leur développement est rendue évidente par une comparaison on voit alors des emboîtements plus ou moins poreux et d'une apparence moins fibreuse, selon que l'incrustation dans des interstices cellulaires plus ou moins denses d'origine commune est démontrée par le prisonnement fréquent des calculs dans une espèce de poche, qui est évidente dans laquelle ils ont pris naissance. Les fibres n'ont pas une autre origine, sont nées sur la paroi la plus intérieure de la vessie, et se sont détachées ensuite de leur pesanteur.

4271. Ainsi on peut considérer le calcul comme un organe anormal, qui se développe, ou bien d'un sel neutre d'ammoniaque, soit acide (*calculus acidus*) (1051), soit alcalin, c'est à dire de base (*calculi d'urate d'ammoniaque*) (1052); ou d'une base alcaline (*urate de soude*) (1053); ou bien d'un sel neutre de chaux (4245); ou bien de magnésie et d'ammoniaque; ou bien de chaux (4254); ou bien de carbonate de chaux qui est très-rare, ou bien enfin, rare encore, des sels précédents, de silice.

4272. Les calculs biliaires ne sont pas, d'après les chimistes, que de la matière jaune résineuse, l'épave n'ayant fixé leur attention que sur leurs proportions.

#### § VII. Fossilisation

4273. Les tissus organisés sont soit à l'atmosphère et plongés, soit à l'intérieur, soit à de grandes profondeurs, soit à de grandes profondeurs, puissance de remplacer leurs fonctions normales par de nouvelles incrustations liquides organisateurs, par des substances organiques qui viennent, en se solidifiant, sur les parois des organes qui les contiennent.

(\*\*) *Annal. des sciences d'obscur.*, t. 1830.



elles, une combinaison stationnaire et . Les individus organisés sont, dans fies; et l'on donne le nom de fossilisa- mystérieuse qui préside à cette trans- dans nos fontaines incrustantes, nous p un simulacre de ce phénomène; les en y dépose ne tardent pas à se revê- roche de calcaire qu'ils semblent as- hissant plonger un fragment ligneux lution concentrée de sulfate ou autre s interstices et cellules pseudo-vascu- issent et s'obstruent tellement du sel ue l'on croirait avoir sous les yeux arbre fossile, et que le tissu en est isceptible d'acquérir un beau poli par it. Dans une fontaine d'Islande, les emprisonnent tellement dans la silice, orme de gelée par le silicate de chaux, oduit des agates aussi belles que les es. Il est une circonstance de la fossi- mérite de fixer plus spécialement du physiologiste; c'est la tendance s tissus mous et gélatineux, que le déposés dans un milieu calcaire, à la silice, qu'ils semblent aspirer de laquelle ils se combinent intimement, qu'ils ne s'en incrustent. Nous avons maître le fait singulier des parasites s des bélemnites (\*), qui, logés dans ces fossiles calcaires, s'y sont telle- is, qu'en plongeant la bélemnite dans ochlorique ou nitrique étendu, on isoler et mettre à nu les détails bils de leur organisation. Dans le système de *physiologie végétale*, 1836, nous avons démontré que l'an- reuse du *chara* s'est silicifiée en Il existe, dans la craie, un exem- de ce pouvoir d'élection, de la part ous et exempts d'ossification. Les silex s'y trouvent, en effet, stratifiés par ulières, horizontales, et d'autant plus re elles qu'elles se trouvent situées à nde profondeur. Les contours bizar- ndis de ces corps, dont quelques-uns ix-huit pouces de long, le mode d'in- le leurs surfaces, l'homogénéité de ieure qui les compose, ne permettent dérer ces rognons, comme des dépôts asard, et tout porte à croire que ces rognons est le fosile d'un ver

gigantesque de la classe des vers microscopiques, que Muller a figurés sous le nom de *protæus diffusus tenax* (*Encycl.*, pl. 1, fig. 2). La confirmation de cette idée peut être facilement obtenue par l'étude des cailloux roulés, chez lesquels on rencontre souvent des formes aussi bizarres que chez les rognons de la craie. Il suffit de les briser pour acquérir la certitude que leurs formes arrondies ne proviennent pas du frottement, mais préexistaient à la catastrophe qui les a portés à d'aussi grandes distances. En effet, leurs contours sont concentriques aux veines intérieures qui se dessinent en vives couleurs sur la coupe transversale qu'une cassure opère; et ces veines multicolores indiquent nécessairement tout autant d'organes ou couches d'organes distinctes, et rappellent admirablement bien les emboîlements sous-cutanés que nous offrent, par une section au scalpel, les tissus musculaires et coriaces de tant d'animaux inférieurs, qui vivent encore dans nos mers. Les cailloux arrondis rappellent, avec une exactitude surprenante, la forme et les accidents de surface des Ascidies sphériques, et on y distingue très-souvent jusqu'aux deux ouvertures du canal alimentaire. J'ai rencontré, dans l'intérieur de ces tissus agatisés, un espace ferrugineux, en losange, ayant sept à huit millimètres de longueur: examiné à la loupe, il offrait une réticulation cellulaire, composée de cellules hexagonales régulières, analogues aux cellules végétales ou animales, tapissées de globules comme amylacés, et qui atteignaient chacune jusqu'à près de deux millimètres; il était impossible de se refuser à voir, dans cette conformation, le fossile d'un organe à grandes cellules plongé dans un tissu plus compacte, près de la cavité stomacale; et je ne doute pas qu'une étude semblable, poursuivie comparativement par la dissection au scalpel des grands vers marins actuels, et par la dissection au marteau des cailloux roulés, n'amène à mettre dans tout son jour l'identité d'origine de ces deux classes d'êtres.

4274. AGATES. — Daubenton appela l'attention des géologues, sur la détermination des filaments ramifiés verdâtres, ou d'une autre couleur, qui donnent un certain prix aux échantillons d'agates. Il reconnut l'existence de la conferve des ruisseaux, d'une mousse, de zoophytes, dans les agates qu'il soumit à ses observations. Mac-Culloch a publié des dessins, trop peu grossis, en faveur de cette opinion. Blumenbach, qui d'abord avait professé l'opinion contraire, a fini par l'adopter, en

*les sciences d'observation*, tom. 1, 1829, et 88, 1830.

découvrant, dans une agate du Japon, une mousse analogue au *sparganium erectum*. Ad. Brongniart, sans s'arrêter à d'autres graves témoignages, se prit, en 1829, à nier positivement l'existence des corps organisés dans les agates; il ne considérait les veines et arborisations, qui font le prix de ces fossiles, que comme des filons métalliques, qui se seraient insinués dans la pâte du silex, à l'instant de sa solidification. Il s'appuyait sur ce que la plupart de ces rameaux n'offraient plus rien d'analogue à la forme des conferves actuelles: cette opinion était fondée sur une idée erronée, que l'auteur s'était faite des résultats de l'agatisation. Il est évident, en effet, que les filissus délicats et mous ne sauraient conserver leurs formes naturelles, dans un milieu qui les emprisonne en les desséchant, aussi, il ne nous fut pas difficile (\*) de reproduire artificiellement, et par la simple pression de deux lames de verre, ou en emprisonnant les conferves dans de la gomme arabique, exposée à l'air et se desséchant préalablement par un liquide désorganisateur, de reproduire, dis-je, avec les conferves de nos ruisseaux, toutes les formes représentées sur les planches des agates fossiles. Ayant repris alors l'étude des agates que nous avons à notre disposition, ainsi que de celles du *Museum*, nous y découvrîmes non-seulement des conferves et des filaments de nature animale, mais encore des zoophytes, des œufs de mollusques, etc. Ces faits ont été reproduits dans le *Nouveau système de physiologie végétale et botanique*, § 1836, paru en décembre 1856. L'idée était assez vieille pour devenir académique. En 1837, Humboldt adressa de Berlin, à l'Institut, des fragments de chalcedoine renfermant diverses espèces de polypiers, que Turpin s'empressa de dessiner avec un pinceau qui n'y regarde pas de si près, et qui a le malheur de figurer les taches rouges du verre pour des globules du sang (séance de mars 1838), de placer des cristaux calcaires dans l'œuf des limaces, et de défigurer bien d'autres objets. Nous ne nous arrêterons pas à discuter le mérite de ces figures; les agates sont trop riches en objets de ce genre, pour qu'on attache une si grande importance à disputer sur la synonymie de quelques-uns; on y trouvera tôt ou tard les représentants de toute la flore et la faune d'eau douce. Nous mentionnerons, de ces annonces, que le

feuilleton scientifique des journaux amplifiées avec une complaisance si nous mentionnerons une seule annonce ne nous étonne pas. L'auteur a reçu des œufs de plumetelle ou cristatelle le silex pyromaque de la craie de L. nous soupçonnons cette annonce d'être la découverte des rhombes de l'œuf des limaçons. c'est une chimie.

## DEUXIÈME DIVISION.

### BASES COMBINÉES AVEC LES ÉLÉMENTS

4274. En traitant les tissus de coton sulfurique concentré, on parvient à gommifier (855.), qui ne diffère de la gomme que par l'absence des sels qui abondent (3120).

4275. On obtient le même résultat de la même manière les tubes de coton. D'un autre côté, par l'incinération du coton et des tubes de *chura*, on obtient un résidu calcaire. Il est évident que si cette incinération n'est pas à l'état d'incrustation sur le tissu elle doit être combinée instantanément avec une substance organique, telle que la gomme. Or, pour se convaincre qu'il se trouve pas ici à l'état d'incrustation de laisser digérer ces tissus dans du chlorure étendu d'eau et partant désorganiser le tissu; après avoir lavé le tissu à l'eau pure, l'incinération pendant la même quantité de son calcin reconnaît facilement la nature de l'opérant sur un seul tube de coton placé ci-dessus. Il suffit de le tenir à un feu flamme blanche d'une chandelle, posée sur la cendre qui se forme par la combustion des acrobates éblouissants qui rappellent le calcaire à l'état alcalin.

4276. L'on remarque en même temps s'incinérant, le tube conserve sa forme quoique réduite; mais que sa surface présente un tout uni et compacte, perlée et pour ainsi reticulée; on voit que l'incinération n'a eu lieu qu'après la latilisation des molécules organiques; la présence est marquée par les vides qui entourent les molécules inorganiques.

4277. Cet effet s'observe, d'une

(\*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. III, page 243, 1830.

2, au moyen du procédé suivant. On prend une lame d'épiderme, dont les réticulations fines soient bien distinctes, comme sur la fig. 7 de la pl. 7, et dont on a préalablement enlevé tous les sels incrustés, au moyen de l'acide chlorique étendu et de lavages répétés. On place sur une lame de verre mince; on en examine en mesure même les compartiments au microscope (496). On place ensuite avec précaution, sur le feu, cette petite lame que l'on chauffe au rouge pendant quelque temps. On retire, en l'éloignant peu à peu et graduellement de la chaleur. En l'observant alors au microscope, on croirait que cet tissu n'a nullement été détruit et que son organisation est restée intacte, une seule goutte d'acide très-étendu suffit à détruire cette illusion, car ces réticulations disparaissent avec rapidité (\*).

3. Il est donc évident que le sel forme la base des tissus, dont la matière organique (*eau de carbone*, 856) formait l'élément organisateur.

4. Cette loi d'organisation n'est pas spéciale au végétal. Soit, en effet, un tube rougeâtre de l'alcyonelle des étangs (\*\*), lavé comme ci-dessus. Si on le fait ensuite incinérer dans une cuiller de platine, la masse se boursoufle, noircit, et se volatilise par s'incinérer. Les cendres restent rougeâtres et papyracées, qu'on ne peut que le tube n'a été que purifié et mis en évidence par l'action du feu, et que son organisation est encore tout entière. Mais on s'assure du contraire, en les abandonnant dans l'acide hydrochlorique.

5. En saturant l'acide par l'ammoniaque, on obtient un précipité abondant en flocons bleus, quelques heures après, deviennent tout à fait rougeâtres.

6. Le nitrate de baryte et d'argent, l'oxalate d'ammoniaque, le sous-carbonate de potasse, ne trouvent dans ces cendres aucune trace de sel soluble ou insoluble. Elles ne sont ni acides ni alcalines, l'eau ne leur enlève rien. L'acide nitrique hydrochlorique n'y manifeste pas la moindre effervescence (665). En les calcinant au feu avec l'acide nitrique, il se dégage en abondance du gaz nitreux, et les cendres apparaissent

alors plus rougeâtres et plus compactes qu'auparavant.

4282. Le prussiate ferruré de potasse aiguise d'un acide leur communique la couleur bleue la plus intense.

4283. Ces cendres sont donc uniquement composées de fer, qui paraît combiné avec le tissu à l'état de tritoxyde, à cause de la couleur rougeâtre de ces tubes vivants, couleur dont ils ne sont redevables à aucune matière colorante soluble, soit dans l'alcool, soit dans l'éther, soit dans les huiles, et que le prussiate ferruré de potasse change tout à coup en bleu intense, lorsqu'on plonge le polypier vivant dans ce réactif.

4284. Il est vrai pourtant que le fer n'est pas la seule base dont l'analyse révèle l'existence dans le tissu du tube; car on observe, en l'incinérant, que la fumée ramène au bleu le tournesol rougi par un acide, et répand une forte odeur d'écrevisse brûlée, ce qui démontre la présence d'un sel ammoniacal dans le tissu vivant. Nous avons établi plus haut que les tissus animaux diffèrent des tissus végétaux, en ce que ceux-là possèdent toujours l'ammoniaque, parmi leurs bases inorganiques.

4285. Quoi qu'il en soit, l'histoire de l'alcyonelle m'a fourni une observation qui vient encore à l'appui de ce que j'ai dit ailleurs, sur le rôle que jouent les racines, par rapport à la nutrition du végétal. J'ai toujours rencontré ce polypier empâté exclusivement sur des pierres siliceuses (*meulrières* ou *caillasses*), qui, comme on le sait, sont toujours abondamment colorées par le fer. Le tissu du tube de l'alcyonelle, qui, au sortir de l'œuf, est incolore, d'un beau blanc, et gélatineux, ne se colore donc en rouge et ne devient solide et cassant, qu'en aspirant, par son empatement radiculaire, le fer de la silice qui lui sert de point d'appui.

4286. Quant à la silice, que la chimie en grand serait exposée à trouver dans cette substance, je dois prévenir que cette substance appartiendrait exclusivement aux grains de sable qui s'attachent à son tissu, et restent emprisonnés dans le tube, avec une opiniâtreté telle, qu'on ne peut les isoler qu'un à un et à la loupe.

cette dissolution s'opère avec ou sans effervescence, si la lame de verre est restée plus ou moins longtemps au contact de l'air, après l'incinération du tissu. Car ayant éliminé l'acide carbonique qui aurait pu résister à la chaux, il faut que celle-ci soit quelque temps en contact avec l'air, pour qu'elle redevenue carbonate, aux dépens de la faible quantité d'acide carbonique qui existe dans

l'atmosphère. L'effervescence se reconnaît au microscope, à un dégagement de petites boules noirâtres, marquées d'un point blanc au centre, et que nous avons dit être des bulles de gaz vues plongées dans l'eau (666). Nous les avons figurées pl. 8, fig. 12a'.

(\*\*) Voyez *Hist. de l'alcyonelle*, § 46, tom. IV des *Mémoires de la Société d'hist. nat. de Paris*, 1828.

4387. Quant à la silice que l'analyse constate dans la plupart des tissus végétaux, j'avais dit, dans la première édition de cet ouvrage, que j'ignorais sous quelle forme cette substance se trouvait dans l'épiderme des tiges des céréales. J'ai repris depuis le même sujet avec grand soin, et je me suis convaincu qu'elle n'y existe pas à l'état d'incrustation et sous des formes cristallines, mais bien, au contraire, combinée à l'état de base avec le tissu épidermique lui-même, et transformant ainsi l'épiderme en un vernis aussi solide qu'imperméable à l'eau. En effet, j'ai fait bouillir de la paille dans l'acide nitrique, l'organisation cellulaire, examinée au microscope avant, pendant et après l'ébullition, n'a pas présenté la moindre altération dans sa configuration générale. Un séjour de deux mois de la paille dans l'acide nitrique concentré n'a pas produit d'autres phénomènes; tous les tissus intérieurs se sont décomposés; il s'est dégagé dans le bœc hermetiquement bouché du gaz rutilant; mais l'épiderme est resté intact. Et c'est là ce qui explique la difficulté qu'éprouve la paille à s'incinérer; la silice joue ici le même rôle que l'acide phosphorique dans les tissus imprégnés de phosphate ammoniacal; il recouvre les tissus combustibles d'une couche imperméable à l'oxygène. Nous avons vu ci-dessus la silice combinée avec le tissu chez certaines productions équivoques du bas de l'échelle. Les coques pierreuses du grémil (*lithospermum officinale*) doivent également leur dureté pierreuse à la combinaison de la silice avec leurs tissus épidermiques.

4388. L'albumine, chez les animaux en général, (1496), et la gomme, chez les végétaux (3099), se combinent donc avec des bases, pour se transformer en tissu; et il est possible que le rôle que jouent les tissus, dans l'élaboration des sucs nécessaires au développement du végétal ou de l'animal, se modifie uniquement d'après la nature des bases avec lesquelles ils se combinent. C'est à l'étude analytique de ces combinaisons organiques que la nouvelle méthode doit surtout s'attacher.

4389. Il est possible et même vraisemblable que certaines substances organiques dites *immédiates* ne diffèrent véritablement entre elles que par l'absence ou la présence de ces bases (\*), que le sucre (3148) ne soit que la matière organique non combinée et réduite à elle-même, que la

gomme ne soit que du sucre combiné ou avec un certain nombre de sels ou de bases par une association plus intime, doivent former en ligneux.

4390. Il est encore probable que toutes les substances acides ou neutres, cristallines ou non, qui, à l'analyse, ne diffèrent pas entre elles sous le rapport de leurs éléments organiques, doivent leurs différences physiques et chimiques qu'à la présence et à l'absence de certaines combinaisons salines (3899).

4291. Le même raisonnement doit s'appliquer aux huiles et résines, que nous avons vu différer des substances organiques par l'absence d'une certaine quantité d'eau, qu'elles ne tardent pas à absorber lorsqu'on les laisse en contact avec l'air atmosphérique. La preuve que ces substances, en absence de l'oxygène, sont susceptibles de se combiner avec des sels, m'a été fournie par l'expérience.

4292. J'avais laissé exposée au contact pendant plusieurs mois, une couche d'huile épaisse d'un centimètre environ, sur l'eau dans laquelle j'avais déposé du fer, du fer et des sels ammoniacaux tels que le chlorure, ainsi que du phosphate de fer. Le fer et le soufre ne manquèrent pas de se combiner en sulfure noir; l'huile commença à se dessécher, et finit, au bout de six mois, à former une membrane plissée et comme jaunâtre supérieurement et jaune rougeâtre inférieurement, élastique comme du caoutchouc, et plus le papier, neutre aux papiers réactifs. Dès ce moment, cette substance était insoluble dans l'alcool, l'éther et les huiles; à l'aide de la chaleur; l'eau ne lui enlevait rien de soluble. Cependant, en la désorganisant avec des acides, ou par la potasse, ou par l'incrustation on y retrouvait en abondance les sels qui y étaient déposés, ou qui s'étaient combinés avec elle qu'elle avait si longtemps surnagé. Le papier ferruré de potasse aiguisé d'un acide y était présent du fer, mais seulement après quelques jours de contact (3734). Cette huile, qui exhalait encore son odeur caractéristique, s'était donc transformée en tissu, en s'unissant de l'oxygène d'un côté, et des bases ou sels de l'autre.

4293. En conséquence l'étude raisonnée

(\*) Je dis bases tout me porte à croire en effet que les tissus ne sont jamais combinés avec les sels, et que, dans ces sortes de combinaisons organiques, ils jouent le rôle d'un acide et saturant les bases. Si la chaux se trouvait à l'état de carbonate

dans le tissu ligneux, l'acide sulfurique concentré, de la gomme (813), s'en exsoudait avec effervescence sans s'y dissoudre.

els avant l'incinération de la sub-  
*ortuum* si dédaigné et si rebuté  
himie, me paraît destinée à don-  
nt d'énigmes et de tant d'anoma-  
e à l'observateur le règne de l'or-

## DIXIÈME DIVISION.

### SELS DISSOUTS DANS LES LIQUIDES DES TISSUS ORGANISÉS.

duits de l'incinération ne provien-  
nent des sels incrustés sur la sur-  
tissus (4229), ou des bases com-  
avec les substances organisatrices  
des qui circulent dans les vais-  
e renferment les cellules, tiennent  
ssez grand nombre de sels, qu'il  
er et d'analyser au microscope;  
grand est capable de les altérer ou  
raître entièrement.

de des sels au microscope était  
rdable, quand nous avons entre-  
er à ces sortes de recherches, que  
euwenhoeck et de Ledermuller.  
pourtant une espèce de pressen-  
que la chimie serait un jour dans  
cette étude; car ayant dessiné  
re de cristallisations de sels dont  
avance (\*) la nature, et ayant en-  
sérum de sang (3425) (\*\*) sur  
e, il signala l'analogie qui existe  
sations qu'on y remarque avec  
moniac (hydrochlorate d'ammo-  
lle analogie peut devenir illusoire,  
que, pour la constater, que la  
formes et non pas celle des réac-

que les sucs végétaux et animaux  
tion se composent de phosphates,  
ates, malates, tartrates et sulfates  
r, de manganèse, de magnésie,  
s'y dissolvent à l'aide de l'acidité  
chlorates, acétates, carbonates,  
s, sulfates, phosphates, iodates et  
anités et peut-être hydrocyanates  
oude, d'ammoniaque, de chaux,  
gnésie, de fer, de manganèse, etc.  
oude et la chaux sont les bases qui

microscopiques, in-folio.

se présentent avec plus de constance et en plus  
grandes proportions.

4297. L'incinération décompose ou fait entière-  
ment disparaître quelques-uns de ces sels, par  
exemple, quelques hydrochlorates, les nitrates,  
les carbonates, les acétates et tous les sels à  
acides végétaux, enfin les sels ammoniacaux.

4298. L'étude microscopique des sels doit donc  
se faire sur les sucs eux-mêmes, avant toute  
action de la chaleur. On y procède au microscope  
de deux manières, qu'il faut toujours faire mar-  
cher de front et comme contre-épreuves l'une de  
l'autre: par précipitation et par évaporation.  
Par évaporation, on obtient des cristallisations  
qui permettent de déterminer les formes appré-  
ciables au goniomètre microscopique (716), et de  
faire agir les réactifs en connaissance de cause.  
Les paragraphes suivants fourniront les exemples  
les plus saillants des avantages de cette méthode  
d'investigation chimique.

### § I. Carbonate de chaux.

4299. Si on peut en obtenir un seul fragment  
cristallisé, on le couvre d'une lame d'eau dans  
laquelle on le laisse séjourner; il y reste insol-  
uble. On mêle une faible quantité d'un acide quel-  
conque, même végétal; il se produit une effe-  
vescence que l'on reconnaît au dégagement des  
bulles de gaz (pl. 8, fig. 12 a'). Quand le cristal a  
disparu en entier, on verse avec un petit tube de  
verre une goutte d'oxalate d'ammoniaque sur le  
liquide, et l'on voit se former sous ses yeux des  
myriades de petits points opaques. L'acide sulfu-  
rique produit un effet plus caractéristique, en  
déterminant la formation d'un grand nombre  
d'aiguilles quelquefois rayonnées, qui restent  
insolubles dans un excès d'acide, et qui sont  
entièrement analogues à celles du phosphate de  
chaux (4245). On peut encore, pour reconnaître  
la nature de la base, employer l'acide tartrique  
qui précipite la chaux en magnifiques cristaux  
que nous avons figurés (pl. 8, fig. 6) (4257); ils  
diffèrent entièrement de ceux que l'acide tartrique  
détermine dans la potasse, et dont nous parlerons  
plus bas.

### § II. Carbonate de potasse.

4300. Le liquide fait effervescence par un acide  
végétal; par évaporation il ne cristallise pas, et  
le résidu reste déliquescent; le muriate de platine

(\*\*) Ibid., pl. 87.



y détermine des cristallisations jaune d'or et informes. L'acide tartrique le précipite subitement, et avec une vive effervescence, en cristaux déterminables.

### § III. Carbonate de soude.

4301. Cristallise en arborisations que l'on voit pl. 16, fig. 10, l'acide hydrochlorique très-étendu les fait disparaître, pour les métamorphoser, par évaporation spontanée, en cristaux de sel marin.

### § IV. Hydrochlorate de soude (chlorure de sodium, sel marin).

4302. Les cristaux en sont cubiques, mais déprimés sur deux faces opposées, par des espèces d'escaliers, qui représentent l'empreinte d'une pyramide à base carrée (pl. 8, fig. 12 a placée de champ sous les yeux de l'observateur. Par le jeu de la lumière au microscope, ces pyramides en creux semblent des pyramides en relief (\*). C'est le sel le plus reconnaissable au microscope et celui qui cristallise le plus facilement. Les acides faibles le dissolvent sans effervescence, ainsi que l'acide hydrochlorique et l'acide nitrique très-concentrés; mais l'acide sulfurique concentré y produit une effervescence des plus vives, en s'emparant de la soude, aux dépens de l'acide hydrochlorique qui se dégage sous forme de bulles (pl. 8, fig. 12 a).

### § V. Hydrochlorate de potasse (pl. 8, fig. 12 b).

4303. Cristallise, par évaporation spontanée, en carrés, en parallélogrammes, en paillettes hexagonales; on en reconnaît la base au moyen du murate de platine (4300), et l'acide par la réaction des acides faibles et concentrés, comme ci-dessus (4302).

4304. Le chlorate de potasse (pl. 16, fig. 6) cristallise d'une manière analogue à l'hydrochlorate de soude. Ses cristaux sont des rhombes de  $100^\circ$  sur  $80^\circ$ , et marqués souvent d'escaliers comme les cristaux de sel marin.

### § VI. Acétate et sous-acétate de plomb.

4305. Rien n'est plus reconnaissable au micro-

scope que les sels provenant d'une matière dans laquelle on a employé le sous-acétate de plomb. Il est rare, en effet, d'éliminer ces deux réactifs, de manière à ne retrouver pas quelques cristaux, au moins en faisant évaporer le sel sur une lame. Ces cristaux affectent la forme de lamelles bouchières, proéminentes au centre et à la périphérie, striées rayonnantes. La fig. 14, pl. 16, représente un groupe de ces lamelles de sous-acétate de plomb ayant depuis un dixième jusqu'à un demi-millimètre dans leur plus grande étendue.

### § VII. Tartrate de potasse (pl. 8, fig. 13 et 14).

4306. Lorsqu'on précipite le carbonate de potasse par de l'acide tartrique on obtient subitement une quantité prodigieuse de cristaux tourmentés, comme les fig. 9 et 10 de la pl. 8; si m'est arrivé plusieurs fois d'en obtenir, en grande abondance, des formes de la fig. 14, que je n'ai pu décrire.

4307. Si on dissout les cristaux d'acétate de potasse dans l'acide acétique, on obtient, par évaporation spontanée, des cristaux qui, formés avec plus de régularité, sont beaucoup plus réguliers que les précédents (fig. 13 de la pl. 8 les représente). La fig. 14, pl. 8, représente la quatorzième observation faite sur des cristaux, à l'aide de mon goniomètre micrométrique. L'angle  $gab = 153^\circ 18'$ . Le complément de l'angle  $abc$  étant égal au supplément de l'angle  $gab$ , l'angle total  $abc$  doit être de  $95^\circ 42'$ . J'ai trouvé cet angle par l'observation directe, en plaçant le cristal de manière à ce que l'angle  $gab$  soit de  $95^\circ$ . Quand une face ( $fc$ ) avait envahi les autres, j'ai trouvé, par l'observation directe, l'angle  $efh = 47^\circ$ . S'il arrivait maintenant que la face  $ef$  de l'autre bout envahisse toutes les autres, on aura un losange  $efgh$ , dont les angles obtus seront de  $153^\circ 18'$ , et les angles aigus de  $46^\circ 82'$ ; or l'observation directe donne  $150^\circ 50'$  pour les uns et  $49^\circ 20'$  pour les autres, sur des cristaux un peu déformés. S'il arrivait ensuite que les deux faces  $ef$  et  $gh$  côté des deux bouts du cristal envahissent les autres, on aurait le triangle  $fed$  et

(\*) Pour se convaincre que ces pyramides sont en creux et non en relief, il suffit de se rendre compte des effets du miroir réflecteur au microscope. Quand un cristal est terminé par une pyramide en relief et placée de champ sous les yeux de l'ob-

servateur, la face la plus élevée se voit celle qui est la plus éloignée du miroir, et c'est tout le contraire si elle est en creux. On peut aussi se convaincre du caractère du relief ou du creux par le caractère du renversement des images au microscope.

86° 36'. En supposant maintenant ces triangles égaux s'accolent par on aura un rhombe de 86° 36' sur voit un figuré (*aa*), et l'observation ouvent donné 85 sur 93. D'autres rhombe m'a donné 106 sur 107, de ngle *abc*, ce qui fournit à peu près joignant ensemble la moitié de 133° 18' avec l'angle aigu *efh* = 46. 2, étant cristallisés en polyèdres et offrent plus de difficultés à l'ob- les précédents ; mais on peut cepen- s'assurer qu'ils dérivent des mêmes ant soin de compléter les observa- par les inductions du calcul.

*trate de potasse dissous dans étique albumineux* (acide lac- 9, 3375).

c de *Chara* m'avait présenté, au mi- lisations dont j'avais pu déterminer cristaux elliptiques (pl. 8, fig. 12c) hé longtemps vainement l'analogie. retrouvai dans le suc du grain de : vinaigre ordinaire, et dans les vins orés spontanément sur une lame de g. 11, *abc*). Les acides minéraux ou centrés ou non, les dissolvent sans fervesence. Le muriate de platine attaques plus vite que le chlorure de ont déliquescents, et par conséquent brés sur les bords. Mes soupçons onc sur le tartrate de potasse, qui ne on le sait, dans le vin. Mais le otasse cristallise avec des formes ntes (4306) ; il était permis de pré- e différence pourrait bien ne tenir e d'un mélange ; il était donc ration- sur le tartrate de potasse ordinaire, outes les substances que l'analyse

eck a vu et figuré dans le vinaigre ces cristaux *ana natura*, tom. I, pag. 1) ; et aussitôt il cidité qui, d'après certains auteurs, prove- des anguilles (*vibrions*) du vinaigre, devait, e attribuée à l'introduction de la pointe de ces dans les papilles de l'organe du goût. Ce qui re davantage dans cette idée, c'est que plus le rt à la langue, et plus ces cristaux elliptiques acérés. Dans le vin généreux, au contraire, obtus, arrondis ou tronqués par les deux bouts. le cette occasion pour réfuter ceux qui préten- engendre la goutte ; car ayant observé les cal-  
— TOME II.

indique dans les vins. Par l'acide acétique seul le tartrate cristallise avec des angles réguliers (4307) ; en y ajoutant de la gomme, l'ouverture des angles n'en est pas altérée : avec l'alcool non plus. Mais un mélange d'albumine et d'acide acétique, dans lequel j'avais laissé dissoudre du tartrate de potasse ordinaire, me donna, par évapoation spontanée, toutes les formes des cristaux du vin (pl. 8, fig. 11, *abc*) avec leur déliquescence, leur dépression, leurs pointes quelquefois effilées, enfin avec la forme en flèche (*a*). Les cristaux elliptiques que l'on trouve dans le vinaigre et dans le suc de *chara* sont donc des tartrales de potasse, dissous dans une combinaison d'acide acétique et d'albumine, que nous avons dit avoir été pris pour un acide spécial, *acide lacti- que* (3375) (\*).

4309. Les lactates signalés par Berzélius, dans le sang et bien d'autres liquides animaux, ne sont que des acétates albumineux, et non des tartrates dissous dans l'acide acétique albumineux (3329).

#### § IX. *Hydrochlorate d'ammoniaque* (pl. 8, fig. 12, *dd'd'*).

4310. Arborisations dont une figure ne peut qu'imparfaitement représenter l'élégance et les effets. Lorsque le liquide est saturé de substances organisatrices, ces arborisations sont contournées et irrégulières (*d' d'*). On reconnaît la nature de ce sel par l'emploi des autres acides étendus et concentrés (4302), et la nature de la base, au moyen de la potasse qui y produit une efferves- cence, en éliminant l'ammoniaque gazeuse, ou mieux en soumettant la lame de verre du porte- objet à l'action de la chaleur, qui fait évaporer toutes ces jolies bigarrures. On trouve ce sel, absolument négligé par les analystes (844), dans presque tous les liquides animaux, dans le sé- rum du sang et du lait, dans le pus, les urines, et dans la salive de l'homme à jeun.

culs de la goutte, il n'y rencontra aucun des cristaux du vin.

On voit que c'était alors le beau siècle de l'imagination. Comme il était permis de rêver à son aise et sans contradicteur ! On regardait au microscope, et l'on discourait ; cela se nom- mait observer. On n'allait pas même jusqu'à recourir à des preuves, et l'auteur ne conçut pas alors l'idée d'observer du vinaigre distillé, où il n'aurait plus aperçu la moindre trace de cristaux ; or pourtant l'acidité du vinaigre aurait augmenté par la distillation. Ledermuller (*Amus. microscopiq.*, pl. 43) ne paraît pas avoir eu connaissance du travail de Leuwenhoeck, il n'a figuré dans le vin que les losanges, et non les el- lipses.

§ X. *Nitrate d'ammoniaque.*

4311. C'est le sel ammoniacal dont la cristallisation s'éloigne le plus du type général de ces combinaisons à base volatile. Ce sont des rhombs anastomosés entre eux, et dont la superficie est quelquefois doublement concave (pl. 17, fig. 12) ; l'acide sulfurique concentré en dégage l'acide nitrique, comme il dégage l'acide hydrochlorique des hydrochlorates.

§ XI. *Autres sels ammoniacaux.*

4312. Ils se rapprochent, par leurs ramifications, de l'hydrochlorate d'ammoniaque. A l'état de pureté on pourrait peut-être parvenir à les distinguer à l'ouverture des angles de leurs arborescences ; mais comme les mélanges organiques en dévient considérablement les rameaux, de leur direction primitive, il faut désespérer de pouvoir invoquer ce caractère seul dans les observations microscopiques. La fig. 13, pl. 16, représente l'acétate d'ammoniaque.

§ XII. *Sels à acide organique et à base d'ammoniaque.*

4313. Nous en distinguerons de deux sortes principales, les sels obtenus par précipitation et les sels obtenus par sublimation. Les premiers se divisent en deux catégories, ceux dont la potasse ne dégage pas d'ammoniaque, et ceux que la potasse décompose. Les uns et les autres peuvent provenir du règne végétal, comme du règne animal.

## A. SELS OBTENUS PAR PRÉCIPITATION.

a. *Sels dont la potasse ne dégage pas de l'ammoniaque.*

## ALCALOÏDES VÉGÉTAUX (alcalis végétaux ou bases salifiables des auteurs).

4314. Baumé (*Éléments de Pharmacie*, 7<sup>e</sup> édition, pag. 254) a décrit, sous le nom de *sel essentiel d'opium*, un produit cristallisé qui revient à ce que les modernes ont désigné sous le nom de narcotine Neumann, Wedelius, Hoffmann. Proust et Tralles ont parlé d'un *sel essentiel acide*, obtenu de l'extract d'opium.

4315. En 1805, Derosne a publié (*Annal. de Chimie*, t. XLV, p. 257) un travail fort étendu sur l'analyse de l'opium, dans lequel il décrit le

sel de Baumé, avec une plus grande étendue à la description qu'il en donne, récents n'ont pas ajouté la moindre nouveauté. Il vit que ce produit cristallisé était composé de carbone, d'oxygène, et d'azote : il l'obtenait de la dissolution de l'opium, qui, en refroidissant, laissait une substance grenue, qu'il lavait à l'eau dans l'alcool bouillant, et obtenait en prismes à base rhomboïdale, par siccité. Il signala dans le suc, la présence d'un acide qui n'était, d'après lui, que de l'opium. En traitant, en outre, l'extract d'opium par le carbonate de potasse, il en séparait deux sels, l'un, alcalin, d'une saveur douce, et l'autre, acide, donnant à la distillation les mêmes produits. Le premier, qu'il désignait par le nom de *sel ammoniacal et oléagineux* que le premier est évidemment la substance que, plus tard, Guibourt désigna sous le nom de narcotine en attribuant l'alcalinité au carbonate de potasse, dont il avoue n'avoir jamais obtenu le produit.

4316. En 1804, Seguin, qui avait lu au mémoire de Derosne, lut un travail sur la nature de l'acide libre d'opium, et reconnut, en même temps, la présence d'un autre acide, qui, d'après lui, n'était que de l'acide malique ou acétique. Il n'ajoute rien de plus à ce que Derosne a dit du sel obtenu directement de l'extract d'opium, que Derosne considérait comme le sel de Seguin l'obtient, en traitant le suc d'opium par la soude ou l'ammoniaque. Choix de ces reactifs, la description du sel n'est qu'une répétition de ce que Derosne a dit. Il faut que Thénard a tiré de ces deux mémoires, ou ne les ait pas lus, pour avoir été à cet égard le même que Derosne. Il faut que Thénard a tiré de ces deux mémoires, ou ne les ait pas lus, pour avoir été à cet égard le même que Derosne. Il faut que Thénard a tiré de ces deux mémoires, ou ne les ait pas lus, pour avoir été à cet égard le même que Derosne.

4317. Deschamps jeune, pharmacien, avait retiré déjà un sel fébrifuge de l'opium.

4318. En 1805 et 1806, Sertuorri a publié (*Pharmacie de Trommsdorff*, tom. X, pag. 47), un travail analogue à celui de Derosne, dans lequel il décrit le

fection. Ce ne fut qu'en 1816, qu'il fit le résultat de ses nouvelles recherches un mémoire qui a été traduit dans le *Annales de Chimie et de Physique*. Il annonça que l'on pouvait considérer la base salifiable, la *morphine* (sel de Derosne), qu'il appelait *morphium*. Ce travail qui a fixé l'attention des chimistes de corps.

Robiquet et Vogel furent les premiers à faire des expériences de Sertuerner. Robiquet reconnut l'acidité de cette substance, à la prédominance de la magnésie, la chaux qui aurait dégagée d'un sel ammoniacal, aurait combinée avec la substance résineuse.

Cette opinion fut soutenue aussi par Dulong, rapport, fait à l'Institut, sur les analyses de bases salifiables ; mais on ne s'y arrêta pas longtemps ; et ce fut longtemps une opinion que d'oser soutenir quelque chose de nouveau, sur un sujet, lequel, envisagé de cette manière, était appelé à combler d'or les vœux des pharmaciens français qui se voyaient exploiter la découverte de Sertuerner. Robiquet semblèrent même reculer devant ce qui produisit leur hypothèse.

Quelqu'un avait émis la conjecture que les végétaux qui jouissent de quelques propriétés particulières, tels que ceux d'opium, de pavot, et autres, le doivent à des principes

Les pharmaciens, en appliquant les principes de Sertuerner à l'étude des sucres des médicaments, n'eurent pas de peine à reconnaître le catalogue des bases salifiables végétales ; chacun se ruait à la conquête de ce nouveau monde, et que la gloire en revenait à celui qui vivait le plus tôt, il se fit, qu'à force de chercher on s'exposa à bien des mécomptes et à de nombreux dissentiments ; l'un, prenant pour un mélange de suc et d'une base terreuse ; l'autre, regardant un acide végétal dans un suc recueilli imprégné d'un acide minéral ; la liste marchait à la hausse et à la baisse le jour où l'on annonçait la découverte d'un nouvel alcali végétal, on en effaçait, au contraire, quatre ou cinq de la liste. On ne fut pas un peu plus prudemment, mais non plus que plus rationnelle : on en est venu à se diviser en bases terreuses et des acides inorga-

Un chimiste ayant demandé à Benoît XIV une récompense pour avoir trouvé le secret de faire de l'or, ce pape, homme

pragmatique, mais la suspicion s'est arrêtée là. Quoi qu'il en soit, on adopta, en France, la terminaison en *ine* pour désigner ces bases : le *morphium* de Sertuerner, ou *sel impur* de Derosne, prit le nom de *morphine* ; l'*acidum papaverinum* de Sertuerner, ou acide acétique mélangé de Derosne et Seguin, prit le nom d'acide méconique ; et le *sel essentiel* de Baumé et Derosne prit le nom de *narcotine* : en 1826, l'Institut de France récompensa la découverte de Sertuerner, en accordant un prix de 10,000 fr. à Pelletier et Caventou, pour avoir été assez heureux de vendre des milliers de quintaux de sulfate de quinine. *Habenti dabitur* (\*) !

#### 1<sup>o</sup> Procédé d'extraction des alcaloïdes.

4322. Lorsque le suc est acide, on le traite par la magnésie ou l'hydrate de chaux ; on recueille, sur un filtre, le précipité cristallin qui se forme ; on le lave, on le dissout dans l'alcool concentré et bouillant, d'où on retire la base salifiable organique par évaporation. En traitant le produit par l'éther, on obtient, en certaines circonstances, deux espèces de ces substances.

4323. Si le suc est neutre, on l'aigrit avec de l'acide hydrochlorique, afin de rendre la base salifiable soluble, et on le traite après comme ci-dessus, d'abord par la magnésie ou la chaux, puis par l'alcool bouillant. Ce sont là les deux procédés en général employés, et qui se modifient accessoirement, selon que l'indique la nature des mélanges qui accompagnent ces principes.

4324. Il est un fait remarquable, c'est qu'avant le traitement par la magnésie ou la chaux, le précipité qu'on obtient d'un suc n'est point alcalin (4316). L'alcali terreux a donc dégagé de l'ammoniaque, comme lorsqu'on le met en contact avec un sel ammoniacal ; c'est là l'interprétation la plus rationnelle du phénomène ; mais ce n'est pas celle qui a frappé de prime abord les chimistes. Bien loin de soupçonner une identité d'origine dans une identité d'effet, le précipité qu'ils ont obtenu leur a paru offrir tous les caractères d'un alcali *sui generis*, surtout lorsqu'ils ont vu que l'alcalinité du principe lui communiquait la propriété de saturer une certaine quantité d'un acide. Nous allons combattre cette opinion dans toutes les raisons sur lesquelles elle s'appuie ; et nous démontrerons, je le pense, que cette opinion n'est fondée sur aucune preuve ; mais que l'opinion contraire n'est en opposition avec aucune expé-

rience, d'esprit, lui fit parvenir un certain nombre de bourses, pour qu'il pût renfermer ses richesses.

rience; qu'elle seule les explique toutes, et les ramène dans la catégorie des faits depuis longtemps observés. Nous commencerons par l'interprétation des résultats obtenus par les procédés de préparation de ces bases.

### 2<sup>o</sup> Théorie de la composition des alcaloïdes déduite du procédé.

4325 Les sucres des végétaux ou des organes végétaux les plus riches en alcalis de ce genre, n'offrent rien au microscope ou à la vue simple, d'analogie aux produits qu'on obtient après la préparation : mais il est aisé de démontrer que ces sucres sont riches en produits résineux et ammoniacaux. Ce sont des sèves résino-ammoniacales (5332) ; l'ammoniaque ne saurait y exister qu'à l'état de sel. Il est possible, et même probable dans le plus grand nombre de cas, que le sel ammoniacal occupe, dans le végétal, un organe différent de celui qu'occupe la résine et de celui qu'occupe un acide, et que ces trois ordres de substances ne se mêlent et ne se combinent ensemble que dans l'acte de la macération ou de la décoction. Avant d'établir leur hypothèse au rang des opinions démontrées, les chimistes auraient dû vider ce point si essentiel de la question. Mais, à l'époque de la découverte, le microscope n'étant pas encore devenu un instrument de laboratoire, et il commence à peine à vaincre le préjugé académique. Quoi qu'il en soit, supposons la présence d'un sel ammoniacal, combiné à une résine, en dissolution dans un suc, à l'aide d'un

acide ; il est évident que, si vous par un alcali terreux, vous précipitez l'ammoniacale pure, si l'acide du suc est soluble avec la base terreuse, si c'est de l'acide acétique. Mais, d'un autre côté, si l'acide est de la nature des alcalis terreux, en partie ou en totalité les sels ammoniacaux se rendent neutres ou alcalins, et ne précipitent pas. L'hydrate de chaux ne saurait donc produire le même effet, dans le cas dont nous parlons, car on ne peut précipiter une quantité telle, que le sel ammoniacal soit complètement décomposé. Le précipité obtenu dans l'alcool, sera donc, si vous remarquez que le sel ammoniacal n'a pas été en contact avec l'alcali terreux, une assez grande quantité, ni assez pure, pour que l'action du réactif s'applique à toutes les molécules de la substance ; une partie aura subi les influences, et l'autre restera renfermée ainsi un mélange de deux sels : l'un neutre, et l'autre ammoniacal. Le plus soluble que l'autre dans l'alcool, le précipité sera alors considéré comme composé de deux alcalis, et il n'est pas étonnant que le végétal à suc résineux qui, de cette manière, ne soit dans le cas d'être analysé par un chimiste, de plusieurs de ces sels.

Passons à l'évaluation de la composition élémentaire de ces prétendus alcalis, suivant présente les analyses d'auteurs.

### 3<sup>o</sup> Théorie confirmée par les nombres.

4326. Tableau comparatif des analyses élémentaires des alcaloïdes.

	Carbone	Oxyg.	Hydrog.	Acide	
	72,020.	14,840.	5,550.	7,610.	Pelletier et
	72,000.	17,000.	5,500.	5,500.	Brande.
Morphine	72,340.	16,399.	4,995.	6,366.	Liebig
(opium).	69,000.	20,000.	4,500.	6,500.	Bussy.
	70,520.	4,786.	7,988.	16,706.	Henry et
Narcotine	68,880.	18,000.	7,210.	5,910.	Pelletier et
(opium).	65,000.	26,990.	2,510.	5,500.	Liebig
	65,170.	25,070.	5,510.	4,850.	Pelletier et
Pseudomorphine.	55,410.	35,370.	5,810.	4,570.	Pelletier.
Narcéine	54,750.	34,420.	6,520.	4,530.	Pelletier.
(opium).	71,340.	15,720.	7,590.	5,350.	Robiquet.
Codéine	75,020.	10,450.	8,450.	6,600.	Pelletier et
(opium).	75,760.	8,620.	8,110.	7,520.	Liebig.
Quinine	74,552.	8,295.	8,432.	8,721.	Henry et
(quinquina).					



Cinchonine (quinquina).	{	76,970.	.	7,790.	.	9,020.	.	6,220.	.	Pelletier et Dumas.
		77,830.	.	8,930.	.	8,870.	.	7,370.	.	Liebig.
		78,880.	.	9,352.	.	8,876.	.	2,862.	.	Henry et Plisson.
		78,400.	.	.	.	14,600.	.	7,000.	.	Brande.
Brucine (noix vom.).	{	75,040.	.	11,220.	.	7,220.	.	6,520.	.	Pelletier et Dumas.
		70,880.	.	17,390.	.	5,070.	.	6,660.	.	Liebig.
		70,480.	.	6,760.	.	7,810.	.	14,920.	.	Henry et Plisson.
Strychnine (noix vom.).	{	78,220.	.	6,380.	.	8,920.	.	6,540.	.	Pelletier et Dumas.
		76,430.	.	11,060.	.	5,810.	.	6,700.	.	Liebig.
		76,400.	.	7,504.	.	7,878.	.	8,219.	.	Henry et Plisson.
Vératrine (cécadille).	{	66,750.	.	19,600.	.	5,04.	.	8,540.	.	Pelletier et Dumas.
		70,790.	.	16,390.	.	7,630.	.	5,210.	.	Couerbe.
Éméline (ipécacuan.).	{	64,570.	.	22,950.	.	7,770.	.	4,500.	.	Pelletier et Dumas.
Solanine (solanum ni- grum).	{	62,110.	.	27,330.	.	8,920.	.	1,640.	.	Blanchet.
Delphine (staphisaigre).	{	76,690.	.	7,490.	.	8,890.	.	5,950.	.	Couerbe.

527. Nous remarquerons, pour la vingtième, l'énorme différence qui existe, entre les diverses analyses de la même substance faite par divers auteurs, et souvent par le même auteur, comme on voit à l'égard des deux analyses de la narcotine de Pelletier. Nous rappellerons en même temps que nous avons dit (258) de l'impuissance de nos méthodes analytiques à constater avec précision les quantités d'azote qui rentrent dans la composition d'une substance fortement ammoniacale. Mais en adoptant les chiffres de ces analyses, il nous sera facile de démontrer qu'on en feroit de semblables, en soumettant, à l'analyse élémentaire, un mélange d'un sel végétal à l'ammoniaque et de résine ou d'huile essen-

tielle, ou une combinaison d'ammoniaque avec un acide résineux (3985) ; et que, par conséquent, l'expression la plus heureuse pour désigner ces sortes de composés, serait encore l'expression la plus anciennement employée (4315), celle de *sel essentiel*. Afin de rendre le calcul plus intelligible, nous supprimerons toutes les décimales, et ne les emploierons que dans le produit total.

4328. Supposons, par exemple, une combinaison de  $\frac{1}{12}$  d'ammoniaque avec  $\frac{11}{12}$  d'acide benzoïque (4036), qui, ainsi que nous l'avons fait voir, peut être considéré comme un mélange de résine et d'acide; nous trouverons à l'analyse élémentaire :

11 parties l'acide benzoïque.	Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.	Azote.
1 partie l'ammoniaque.	825.	209.	66.	.
	825	209	83	83
Total réduit à 100	$\frac{825}{12}=68,75.$	$\frac{209}{12}=17,42.$	$\frac{83}{12}=6,91.$	$\frac{83}{12}=6,92.$

ultat numérique qui se rapproche encore plus l'analyse de la narcotine par Pelletier et Dumas, que l'analyse de ces deux auteurs ne se rapproche de celle de Liebig.  
529. Or un pareil mélange ne manquerait pas de se comporter, comme un sel essentiel, sous le rapport de la fusibilité, de la solubilité dans les divers menstrues, et de la saturation par les acides. Il nous paraît superflu d'ajouter d'autres exemples à celui que nous venons de donner. Chacun pourra les multiplier et les rendre encore plus

piquants de ressemblance avec l'un ou l'autre de ces sels essentiels, s'il veut avoir la patience de calculer, d'après la méthode dont nous venons de faire l'essai. Au reste, la première exposition de cette théorie, qui date déjà de dix ans, paraît avoir fait une certaine impression sur les chimistes qui ont soutenu l'ancienne théorie de la manière la plus opiniâtre. Nos chimistes français ne cherchent plus qu'un biais académique pour professer la nouvelle doctrine; la création de la nomenclature des *amides* est un premier pas

pour arriver à ce but, sans avoir l'air de faire une palinodie. Déjà les *Annales de physique et de chimie*, 1834, tom. LV, pag. 518, ont donné le signal de ce retour aux théories du *Nouveau système de chimie*.

#### 4<sup>e</sup> Théorie confirmée par les réactions des alcaloïdes.

4530. Il n'est aucune des réactions constatées chez les alcaloïdes, qui ne s'explique avec succès par la théorie qui les suppose des sels résineux à base d'ammoniaque.

4531. Les alcaloïdes sont insolubles ou fort peu solubles dans l'eau; ils sont solubles dans l'alcool plus à chaud qu'à froid, dans l'éther, dans les acides, dans les alcalis, même dans l'ammoniaque, propriétés que l'on ne manquerait pas de retrouver dans un mélange salin combiné avec la résine.

4532. Les alcaloïdes se décomposent au feu, en eau, acides carbonique et acétique, en huiles essentielles plus ou moins concrètes, et en produits ammoniacaux.

4533. Ils ont tous une saveur amère et âcre, comme la plupart des huiles essentielles et des résines. La plupart ne s'obtiennent qu'en poudre amorphe.

4534. Ils verdissent presque tous le sirop de violette, et ceux qui présentent ce caractère sont dans le cas de saturer une certaine quantité d'acide, ainsi que le font les sels ammoniacaux avec excès de base. Les alcaloïdes neutres ne se conduisent de la sorte qu'avec les acides les plus concentrés, c'est-à-dire avec les acides capables de désorganiser ou d'éliminer en tout ou en partie l'acide végétal du sel organique. La capacité de saturation des alcaloïdes est en rapport constant avec la quantité d'azote, et par conséquent d'ammoniaque, qu'ils contiennent. La cinchonine, qui renferme, d'après les analyses,  $\frac{8}{100}$  d'azote, sature  $\frac{22}{100}$  d'acide hydrochlorique, et la sofaine, qui ne renferme que  $\frac{164}{100}$  ne sature que  $\frac{423}{100}$  du même acide. Et à cette occasion, nous ferons observer encore combien il est facile de confondre, avec une combinaison véritable et saline, le mélange d'un acide dans un précipité résineux; l'acide s'enveloppe tellement dans les molécules résineuses, que les papiers réactifs ne sauraient plus en détecter la présence, si ce n'est dans le menstrue capable de dissoudre de nouveau le précipité.

4535. Les combinaisons acides deviennent solubles dans l'eau et froid.

4536. Le courant voltaïque, dit-on, calotte de l'acide avec lequel on l'acide se rend au pôle positif, et l'au négatif. Les alcalis, et même la magnésie, à l'alcaloïde l'acide combiné.

Mais toutes ces expériences en ont le rôle d'essais et de réactions; et il est de les reprendre sous un nouveau jour. Obtient-on, après l'action de la pile sur les terres, le même alcaloïde qu'au commencement? L'on continuait indéfiniment à dissoudre, à combiner l'alcaloïde avec l'acide, puis à lui enlever l'acide par la filtration; finirait-on pas par réduire l'alcaloïde à des caractères plus circonscrits, et le principe finirait-il pas par l'emporter au salin? On ne l'a pas tenté.

4537. Les partisans de la première théorie considéraient ces principes et des alcalis immédiats et d'une nature particulière s'appuyaient beaucoup sur ce que l'acide élimine l'ammoniaque de tous les sels, n'altère en rien, au moins la composition des alcaloïdes. Nous finissons dès 1827, qu'il ne fallait pas raisonnez oléagineux et résineux, comme d'habitude obtenu à l'état d'une pureté parfaite, et la potasse, n'ayant à se combiner avec l'acide, éliminera l'ammoniaque du sel oléagineux, au contraire, en pouvant arriver à la molécule saline la molécule oléagineuse qui lui se neutralisera son action sur la molécule et se transformera en savon, avec la combinaison saline, qui restera intacte malgré la réaction. D'un autre côté, est employée en trop grande quantité de l'ammoniaque soit éliminée, se dégager, l'alcali volatil se combine avec la molécule oléagineuse, et alors ni à l'odorat, ni aux papiers réactifs, l'ammoniaque n'est éliminée. On ne découvrirait que l'urée était un cyanure; et l'on sait que la potasse élimine l'ammoniaque de l'urée.

Nous annonçons, à la même époque, que le nombre des alcaloïdes s'accroîtrait de nouveau par ce procédé; et l'opium depuis a vu naître un nouvel alcali à tout chimiste de l'étude de cette substance. A la

nt venues se joindre la *narcéine*, la *ine*, et la *pseudomorphine* de Peile-  
*codéine* de Robiquet, puis la *méconine*  
de Couerbe; et le premier chimiste  
a le même sujet avec soin et sur de  
rements, ajoutera à la liste la *papa-*  
i qui viendra après, l'*opionéine*; le  
a *rhéine*; le quatrième, la *pavo-*  
lc.

propriétés médicales des alcaloïdes.

'est pas par leur nature alcaline que  
is principes immédiats agissent sur  
rimale; car la *salicine*, qui ne ren-  
moindre trace d'azote, est devenue le  
: la *quinine*. En Angleterre, Graves  
t coupé les fièvres avec un mélange  
le sodium et de camphre. Le principe  
e, ce principe subtil et inconnu, qui  
réactifs et à l'analyse, peut imprégner  
même manière qu'il imprègne le suc  
le précipité, qui s'opère dans un  
ique, ne saurait manquer d'empri-  
ses molécules, le principe subtil qui  
: des propriétés du suc. Du reste,  
premières déclamations eurent fait  
ériences positives, il se trouva que  
t même ses sels les plus solubles,  
agir sur l'économie animale avec le  
et d'après les mêmes indications què  
ne; que la quinine et le sulfate de  
mbattaient pas les fièvres aussi puis-  
sssi bénignement que l'extrait ou le  
ina. Ni la morphine, ni la narcotine,  
ns la narcéine et la codéine, ne re-  
ction de l'*opium*; et les Orientaux  
bien de s'enivrer de l'une ou l'autre  
ations cristallines, comme ils s'eni-  
. Ces substances, qui d'abord étaient  
cipe agissant du végétal, obtenu à  
l'état de pureté possible, se trouvent  
agir comme le végétal lui-même :  
cipe, qui change du tout au tout  
Ce sont là des idées que les méde-  
is exprimer trop haut, à l'égard des  
ployés en médecine, et ils ont tort,  
principe d'association a détrôné le  
alition; la vérité aujourd'hui n'ex-  
onne, tant qu'elle est scientifique;  
gereuse à dire que sous d'autres

6° Cristallisation des alcaloïdes.

4339. Si quelque chose rappelle les caractères  
des sels ammoniacaux, formés de toutes pièces,  
c'est certainement le mode de cristallisation des  
alcaloïdes végétaux, lorsqu'on les observe au mi-  
croscope, après en avoir fait évaporer le menstrue  
aqueux ou alcalin, sur une lame de verre. Mais la  
direction des rayonnements varie, selon qu'on  
obtient ces cristaux, d'une dissolution plus ou  
moins concentrée, et de l'évaporation d'un men-  
strue plutôt que de tel autre. La narcotine cristal-  
lise dans l'eau, avec les formes des figures 9 et  
12, pl. 16; et dans l'alcool, avec la forme rayon-  
nante de la figure 11. L'oxalate d'ammoniaque  
cristallise, avec la forme de la figure 9, en cer-  
tains cas. La quinine cristallise, par évaporation  
de la dissolution alcoolique, avec les formes fas-  
ciculées et demi-rayonnantes des figures 4, 5 et 7,  
pl. 16; et la première de ces deux figures offre  
déjà une analogie complète avec la figure 11, qui  
provient de la narcotine. L'oxalate d'ammoniaque  
cristallise souvent avec cette disposition fasciculée  
et rayonnante. Tous ces alcaloïdes, enfin, offrent  
dans les variations infinies de leurs cristallisations,  
des arborisations, des aiguilles fasciculées, des  
dendrites analogues à celles de l'acétate d'ammo-  
niaque (pl. 16, fig. 13), de l'hydrochlorate d'am-  
moniaque (pl. 8, fig. 12 *dd'*), et des autres  
sels ammoniacaux les moins contestables.

7° Description spécifique des alcaloïdes.

4340. NARCOTINE, OU SEL ESSENTIEL DE L'OPIMUM  
DE BAUME ET DE DEROSKE, etc. (4315). — Il suffit  
d'évaporer, jusqu'à consistance sirupeuse, l'ex-  
trait d'opium, de traiter l'extrait par l'alcool  
bouillant, pour obtenir un précipité cristallin,  
blanc, insipide, inodore, *sans action sur le tour-*  
*nesol et sur le sirop de violettes*; cristallisant en  
petits prismes, et sur une lame de verre en arbo-  
risations (pl. 16, fig. 11); insoluble dans l'eau  
froide; soluble dans 400 fois son poids d'eau  
bouillante, dans 100 d'alcool à la température  
ordinaire, et dans 24 d'alcool bouillant; dans  
l'éther à chaud, et dans les huiles volatiles. Ce  
précipité a été nommé narcotine par les modernes;  
mais ils ne l'obtiennent plus par ce procédé;  
l'opium, en effet, ainsi traité, ne donnerait que de  
la narcotine; et la magnésie ne saurait plus  
extraire une seule trace de morphine du suc  
épuisé par l'alcool. On commence par traiter le  
suc d'opium avec la magnésie; on recueille le

précipité qui, cette fois, verdit le sirop de violettes, et qui est de la morphine mêlée, d'après les chimistes, à un peu de narcotine. On attaque ce précipité par l'éther, qui dissout toute la narcotine et respecte la morphine. On obtient des quantités plus considérables de narcotine, en traitant ensuite le marc d'opium par l'alcool à 36° non bouillant, et le laissant refroidir; filtrant, pour séparer du liquide, un peu de caoutchouc; réduisant aux  $\frac{3}{4}$ , et purifiant par de nouvelles cristallisations.

4341. La narcotine, obtenue par le procédé de Baumé et Derosne, peut être considérée comme le sel ammoniacal résineux, tel qu'il se trouve dissous dans le suc de l'opium, à l'aide de l'acide acétique qu'élimine l'évaporation. Ce sel est neutre par lui-même à l'état cristallisé; acide, à l'état de solution dans le suc. Lorsque le suc a été traité par la magnésie, non-seulement l'acide qui sert de menstrue est saturé; mais encore une partie de l'acide du sel est soustraite à la combinaison; le sel devient ammoniacal en partie: car l'action de la magnésie n'est que partielle; il faudrait en employer des quantités plus considérables, pour attaquer le sel dans toutes ses molécules. Le précipité que l'on obtiendra, après ce traitement, sera donc un mélange d'une partie du sel à son état d'intégrité, et d'une autre partie du sel devenu avec excès de base, l'une plus soluble dans l'éther que l'autre; menstruée, qui, en les séparant, semblera isoler deux substances d'origine différente. On obtiendrait de la morphine, en traitant la narcotine cristallisée, par la magnésie, comme on traite le suc de pavot. La *narcotine*, sel neutre, offre une proportion moins grande d'azote que la *morphine*, sel avec excès de base.

4342. La narcotine ne forme, avec les acides, que des composés acides; les chimistes ne les ont pas moins considérés comme de véritables sels. Toute résine se comporterait de même. Remarquez qu'il faut en outre avoir soin d'employer et la narcotine en excès, et un acide concentré et puissant, pour obtenir quelque chose de semblable.

4343. MORPHINE. — Indiquée par Derosne le premier, découverte définitivement par Sertuerner, la morphine s'obtient, en faisant bouillir, pendant un quart d'heure, une infusion concentrée d'opium, avec 10 grammes de magnésie par livre d'opium (d'après Robiquet). On filtre, on lave le dépôt qui reste sur le filtre; on le fait macérer dans de l'alcool faible à une chaleur de 60 à 70°, on filtre de nouveau; on fait bouillir

successivement le dépôt avec 3 à 4 parties d'alcool bouillant, en ajoutant du même; on filtre les liqueurs bouillies; on les évapore à siccité; on obtient la morphine précipitée par le même; on la purifie par de nouvelles cristallisations. Hottot propose de remplacer par l'ammoniaque; procédé au moyeu duquel on assure qu'on peut obtenir 6 à 8 gros d'un kilogramme d'opium. La morphine obtenue par ce procédé, serait-elle identique à la morphine obtenue par le premier? nous ne le pensons pas.

4344. La morphine retient toujours un peu de narcotine. Elle est cristallisable en aiguilles fasciculées; elle se dissout dans l'eau froide et dans l'éther, et est soluble dans l'eau bouillante. L'alcool dissout  $\frac{1}{42}$  de son poids, et l'alcool à 37° elle est soluble dans les huiles volatiles, les alcalis caustiques, etc. La dissolution alcoolique verdit le papier de tournesol, et brunit si on y ajoute du fer, sans aucun doute, de métabisme; et, à chaque distillation, elle serait moins alcaline qu'à la précédente, puisqu'elle sacrifierait une certaine partie de son alcali à la formation de résine imprégnée d'ammoniaque. Les acides sulfurique et nitrique concentrés l'altèrent; l'acide sulfurique finit par la charbonner, l'acide nitrique lui communique une couleur rouge d'orange, et qui passe ensuite au jaune de fer neutre la bleussent, ainsi que la couleur qui disparaît par la chaleur de l'éther acétique, par un acide, et est un alcali. La narcotine ne présente rien de semblable. Les sulfates prétendus, tels que l'hydrochlorate de morphine, sont en fait de l'eau.

4345. La morphine agit sur l'économie comme l'acétate de morphine. L'acétate de morphine est sans effet sur les animaux; la narcotine les fait périr rapidement. Injectée dans la veine jugulaire d'un chien, l'acide acétique, qui n'est nullement agissant comme antidote de la narcotine, à la dose de menstrue.

4346. NARCOTINE. — La narcotine est un principe de l'opium, blanc, cristallisable en aiguilles feutrées, et d'une saveur métallique, soluble dans

llante et 375 parties d'eau froide à la température ordinaire, fondant sans se décomposer, jaunissant à 110°, se décompose sublimant à une température plus élevée en laissant une teinte bleue magnifique par l'hydrochlorique (1534), couleur qui disparaissant par le rose violacé, lorsqu'on ajoute le mélange; prenant la même teinte avec les acides nitriques étendus de 2 parties de sulfurique étendu de 4 à 5 (3571), et rien de semblable par les acides végétaux transformant en acide oxalique par l'acide sulfurique bouillant; fournissant, par la distillation, un liquide acide peu coloré, une résineuse d'une odeur balsamique, des cristaux blancs d'un acide que l'auteur a nommé l'acide narcéique. La narcéine avec l'iode une belle couleur bleue, qui disparaît dans les alcalis et par l'ébullition dans l'eau reparaît ensuite dans ce dernier cas par le lavage (950).

Sur tous ces caractères il nous est impossible de reconnaître un mélange d'huile essentielle et d'albumine végétale rendues solubles par un ammoniacal, d'un hydrochlorate inhérent au suc ou ajouté par la manipulation, et de la présence d'amidon soluble; toutes substances qui abondamment dans le tissu cellulaire. En effet, la réaction de l'acide hydrochlorique sur la narcéine est celle du même acide sur l'albumine végétale (3318) ou animale. La réaction de l'acide sulfurique sur la narcéine est la même que celle du même acide sur un mélange de résine et d'hydrochlorate; car l'acide sulfurique a pour effet de mettre l'acide hydrochlorique en liberté, qui se reporte sur l'albumine, en la colorant d'abord en rose et puis en bleu (3571). Avec l'iode, il est impossible de ne pas reconnaître la présence de l'amidon soluble (950); on a tort de penser qu'après l'amidon la narcéine soit la seule substance qui présente ce caractère de coloration; nous l'avons retrouvé dans l'opium pur, et on l'avait observé avant nous dans l'opium de gaïac.

**CODÉINE.** — En traitant le suc condensé par le chlorure de chaux, Robiquet a obtenu une nouvelle substance, la codéine, et l'a nommé ainsi; on en obtiendra une nouvelle, en traitant le suc d'abord par l'acide nitrique ou sulfurique, etc. L'auteur, voulant prévenir l'erreur de Grégory vend à Londres sous le nom d'hydrochlorate de morphine, dissout l'opium dans l'eau, et précipite par l'acide sulfurique.

dans l'eau, rapproche la liqueur, y verse du chlorure de calcium, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, concentre la liqueur, recueille les cristaux qui se déposent alors, les purifie par de nouvelles cristallisations, les redissout dans l'eau avec de l'ammoniaque qui occasionne un précipité, filtre, concentre la liqueur filtrée, et obtient, par évaporation, une substance cristalline, qu'il redissout dans l'eau; il y ajoute de la potasse caustique, laquelle précipite la substance qu'il nomme *codéine*, qu'il purifie par l'éther bouillant. Cette substance est soluble dans environ 100 parties d'eau à la température ordinaire; elle rend l'eau très-alcaline; elle cristallise régulièrement par le refroidissement. Lorsqu'on verse dans l'eau une quantité plus grande que celle-ci ne saurait en dissoudre, elle forme, au fond du vase, une couche d'aspect oléagineux; l'éther est son meilleur dissolvant. Elle ne bleuit point par les sels de sesquioxyde de fer. Son action sur l'économie animale est différente de celle de la morphine.

4549. Nous ne nous hasarderons pas à déterminer ce que peut être une substance obtenue d'un suc aussi compliqué que le suc d'opium, après une série si nombreuse de précipitations; pour arriver à une détermination exacte d'une substance qui n'a plus un seul des caractères de la morphine, il faudrait avoir fait une analyse exacte de tous les produits obtenus à chaque opération, avant de les qualifier des noms d'hydrochlorate de morphine et de codéine, de méconate de chaux, etc. Mais un suc qui renfermerait à la fois de l'acide oxalique libre ou mêlé à l'acide acétique, plus une huile essentielle, et un sel ammoniacal, ne manquerait certainement pas de fournir, après toutes ces opérations, une substance qui posséderait tous les caractères essentiels de la *codéine*.

4550. Nous ne nous occuperons ici ni de la paramorphine, ni de la pseudo-morphine, qui n'est sans doute qu'une altération par les alcalis de la narcéine (4546).

4551. **MÉCONINE DE COUERBE.** — Arrêtons-nous à cette substance qui, par l'absence de l'azote, aurait sa place ailleurs, mais qu'à cause de son origine, nous ne saurions séparer de celles qui précèdent. La méconine serait une substance non azotée, qui viendrait cristalliser à la surface des eaux mères de l'opium de Smyrne ou le plus impur du commerce, d'où l'on a retiré la morphine par l'ammoniaque, lorsqu'on les abandonne,



après les avoir fait évaporer jusqu'à consistance sirupeuse, dans un lieu frais et obscur, pendant quinze jours à trois semaines. On purifie le dépôt cristallin à l'eau bouillante, on décolore au charbon animal; on laisse cristalliser, on purifie les cristaux par l'éther bouillant, qui ne dissout que la méconine et la laisse cristalliser par refroidissement. C'est une substance blanche, d'une odeur d'abord nulle, puis âcre; soluble à la fois dans l'eau, l'alcool, l'éther, cristallisant en prismes à six pans, dont deux faces plus larges, et terminés par un sommet dièdre; elle fond à 90,5, se vaporise à 155°, et distille sans perdre une de ses qualités primitives; par le refroidissement, elle se prend en une masse semblable à de la graisse pure. Sa composition élémentaire serait: carbone 60,254, hydrogène 4,742, oxygène 35,023.

4353. Une substance qui a besoin de quinze jours pour apparaître à la surface du liquide, n'a rien moins que l'air d'avoir existé dans le liquide, mais de s'y être formée par suite de quelque fermentation, qui, en désagrégeant les cellules végétales du marc, aura fini par mettre en contact deux ou trois ordres de nouvelles substances, séparées jusque-là par la cloison du tissu. Nous avons vainement cherché, dans le travail de l'auteur, à connaître les produits de l'incinération; quant à l'absence de l'azote, c'est un point que nous avons vu déjà (840) susceptible de plus d'une contestation; l'ammoniaque échappe si facilement à l'analyse, quand elle n'existe pas en trop grande quantité! Supposez un mélange d'huile essentielle tenue en dissolution par l'acide oxalique dans un liquide susceptible de la fermentation ammoniacale; si vous placez ce liquide dans un endroit frais et obscur, il ne tardera pas à s'y former de l'ammoniaque, qui, en saturant l'acide, amènera chaque jour à la surface la quantité d'huile essentielle que l'acide tenait en dissolution. Mais cette huile essentielle arrivera à la surface, en s'imprégnant d'oxalate de chaux et d'ammoniaque, et d'un peu de tout ce qu'elle aura rencontré dans le suc. Ce mélange purifié pourra former un tout inséparable, cristallisable, soluble dans les mêmes menstrues, et susceptible de passer dans le récipient, par la distillation, avec les principales qualités qui le caractérisent. Quant à l'analyse élémentaire de ce mélange, nous la trouverons identique en tout point à celle assignée par l'auteur à la méconine. Soient en effet:

	Carbone.	Hydrogène.
100 d'huile essentielle	87	15
100 d'acide oxalique		
libre ou combiné.	33	
	120	15
nous aurons . . .	60	—
	2	2

4355. En un mot, ne perdez jamais dans le cours des opérations de l'opium, que ce suc est riche en principes, qu'il renferme principalement, *particulière*, une huile grasse, une telle ou caoutchouc, de la gomme laniée, du ligneux, dont les manilles attaquées par l'eau bouillante, peu succès par tout autre menstrue; revoir esprit sur la théorie des médicaments, de créer des substances nouvelles, trouvez toujours sur la voie d'évaluation et de reconnaître l'origine de vos produits.

4354. CINCHONINE ET QUININE. *Quinine* fut entrevue par Duncan d'Écriture par le docteur Goniès sous le nom de *cinchonin*, obtenue à l'état de pureté, qui la nomma *cinchonine*. Houbert d'un côté, et Pelletier et Caventou d'autre, sur la voie par le travail de Serret l'honneur de découvrir que cette substance était alcaline, et qu'elle était accompagnée qu'ils nommèrent *quinine*. Or l'une et l'autre, en traitant par l'acide et par l'acide hydrochlorique une conque de quinquina. Mais le quinquina contient presque que de la *cinchonine* quinquina jaune que de la *quinine*.

4355. La cinchonine est cristalline, est amorphe et ne cristallise que desséchée, c'est une masse poreuse. La quinine est presque insoluble dans son poids d'eau bouillante, et dans l'eau froide. Elles sont toutes les deux dans les huiles fixes ou volatiles, dans l'alcool, dans les acides avec lesquelles des sels amers; leur saveur est toutes dans l'alcool, elles ramènent solubles sol rougi par un acide. Leurs sels salines sont décomposées et précipitées oxalates, les tartrates solubles, la tanin.

On obtient la cinchonine, en traitant le gris par l'acide hydrochlorique, puis l'acide par la chaux, lavant le dépôt, lavant dans l'alcool bouillant, d'où la substance se précipitera sous forme cristal-

On obtient la quinine, en traitant le jaune par l'acide sulfurique, puis le résidu par l'ammoniaque, et lavant le précipité le dissolvant dans l'alcool. C'est le sulfate de ces deux bases qu'on administre dans les fièvres intermittentes et aiguës, à 6 à 8 grains par jour.

Quand on soumette aux mêmes traitements la résine amère (3919) imprégnée d'un alcali, on finira par obtenir des précipités qui comporteront, à l'analyse et en thérapeutique, d'une manière analogue. Car il n'est pas douteux que la substance amère qui n'a été employée que contre les fièvres; et rien ne sera plus à comprendre que ce mode d'action, mais démontré que les fièvres ne proviennent que de l'action d'insectes microscopiques attachés à la surface des intestins (5043).

En effet, que les substances amères sont-elles anthelmintiques.

Quoi qu'il en soit, il est impossible de mettre que la quinine renferme de l'ammoniaque, et la cinchonine de l'hydro-ammoniaque employés dans le traitement. Le sulfate de quinine agit-il réellement avec l'efficacité que l'extrait de quinquina a dans les fièvres caractérisées? Nous demandons aux médecins, comme fait utile à la science, de le décider. Nous avons assez de journaux pour pouvoir traiter cette question, sans avoir à aucune tracasserie.

**STRYCHNINE.** — Extraite en 1818 par Pelletier et Caventou des *strychnos*, et spécialement de la variété vomique. Cristallise par évaporation de sa solution alcoolique en petits prismes, quadrilatères, terminés en pyramide. Elle est blanche, amère, avec un arrière-goût métallique; fond pas et ne se volatilise pas par la chaleur; se décompose entre 312° et 315°; soluble dans 2,500 parties d'eau bouillante et 6,667 parties d'eau froide; insoluble dans l'éther et dans l'alcool concentré; soluble dans les huiles volatiles, faiblement dans les huiles grasses, ainsi que dans l'acide sulfurique; d'une densité de 0,835; elle se décompose en soufre en fusion, en dégageant du gaz acide sulfuré.

**4361. BRUCINE.** — Extraite par les auteurs précédents du *strychnos nux vomica*, et non, comme ils l'avaient cru, du *brucea*, dont elle porte le nom. Elle est soluble dans 850 parties d'eau froide et 500 d'eau bouillante, dans l'alcool concentré, et même dans l'esprit-de-vin de 10,88, faiblement dans les huiles volatiles; insoluble dans l'éther et dans les huiles grasses. La couleur rouge ou jaune qu'elle prend par l'action de l'acide nitrique, se change en beau violet par le chlorure d'étain. La strychnine renferme toujours un peu de brucine.

**4362. VÉRATRINE.** — Découverte en même temps par Meisner, Pelletier et Caventou dans les graines du *veratrum sabadilla* et des colchiques. Elle est incristallisable; alcaline, d'une saveur âcre et brûlante; sans odeur, mais fortement sternutatoire; fond à 90°; presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans 1,000 parties d'eau bouillante; très-soluble dans l'alcool, dans l'huile de térébenthine, à l'aide de la chaleur; insoluble dans l'éther pur.

**4363. ÉMETINE.** — Découverte par Pelletier dans la racine d'ipécacuanha; d'une couleur fauve, alcaline; d'une saveur faiblement amère, inodore; soluble difficilement dans l'eau froide, plus facilement dans l'eau chaude, fond à 50°; très-soluble dans l'alcool, presque insoluble dans l'éther et dans les huiles. Ses sels sont incristallisables comme elle. L'infusion de noix de galle la précipite en blanc.

**4364. ARICINE.** — On l'extrait du *quinquina callisaya*, par le même procédé que la cinchonine; et nous ne doutons pas que chaque quinquina ne fournisse une espèce nouvelle.

**4365. DELPHINE.** — On l'obtient de la dissolution alcoolique de l'extrait du *Delphinium staphysagria*, par le même procédé que la quinine.

**4366. SABADILLINE.** — Elle diffère de la vératrine (4362) par les mêmes caractères que la quinine diffère de la cinchonine; elle est incristallisable. Elle s'obtient du *veratrum sabadilla*, en traitant par l'éther la vératrine, qui s'y dissout, et laisse la sabadilline insoluble.

**4367.** Je dépasserais les bornes assignées à cet ouvrage, si je voulais donner quelques lignes à la description détaillée de tous les principes immédiats alcaloïdes qui ont encombré la science depuis quelques années; je renvoie, pour leur nomenclature, au catalogue que nous en avons publié en 1829, dans les *Annales des sciences d'observation*,

tom. II, p. 293. Le nombre de ces découvertes faciles paraissait alors ne devoir plus avoir de limites, si l'impulsion donnée aux travaux chimiques par l'accueil de nos savants avait continué de mériter leur bienveillance.

4368. Je me contenterai d'ajouter à la liste indiquée la *CLARINE*, extraite par Boussingault et Roulin du *curara* ou *curari*, matière dont les indiens de l'Amérique méridionale se servent pour empoisonner leurs bêtes; l'*ESSENCEKINE*, trouvée par Buchner dans l'*esenbeckia febrifuga*; la *CAPSICINE*, par Witting, dans le *capsicum annuum*; l'*ACONITINE*, par Peschier, dans l'*aconitum napellus*; la *CONICINE*, par le même, dans la grande ciguë, l'*ALOINE*, par Meisner, dans l'aloès; la *CROTONINE*, extraite par Brande de la graine du *croton tiglium*; la *BUXINE*, que Fauré annonce avoir trouvée dans le *buxus sempervirens*; l'*EUPATORINE*, que Riphini a découverte dans l'*eupatorium cannabinum*.

4369. C'est en adoptant les principes de la nouvelle méthode que Poggiale (\*) a démontré, de la manière la plus complète, que la *SMILACINE*, la *SALSEPARINE*, la *PARIGLINE* et l'*ACIDE PARALLINIQUE* de Balke ne sont que la même substance obtenue à divers états d'impureté, et que l'acidité du dernier des quatre produits n'est due qu'à la présence de l'*acide hydrochlorique* employé (4320).

#### 8° Propriétés médicales des alcaloïdes végétaux.

4370. Depuis la découverte des alcaloïdes, on n'a cessé de professer l'opinion que ces substances étaient les principes actifs des végétaux, et que, par conséquent, il y avait un immense avantage dans leur emploi, puisqu'on pouvait ainsi administrer la guérison sous un plus petit volume. Mais j'ai cherché jusqu'à présent à me convaincre de la solidité de cette assertion, en compulsant les expériences sur lesquelles elle s'appuie, et je suis forcé d'avouer que le savoir-faire pharmaceutique a peut-être plus contribué à la propager que l'évidence de l'observation. On nous dit, il est vrai, que quelques grains de sulfate de quinine produisent les mêmes effets, contre les fièvres, que plusieurs gros d'écorce de quinquina en poudre; mais on ne nous dit pas si, sous le même volume, la décoction seule de ces plusieurs gros ne produirait pas le même effet que les quelques grains de sulfate de quinine. Qu'y a-t-il en effet d'étonnant qu'un extrait d'une écorce qui contient près de 90 pour 100 de

ligneux, opère mieux que l'écorce ?

4371. D'ailleurs, les alcaloïdes sont principe actif lui-même, ou un mélange actif avec certaines combinaisons (C), nous avons vu que la dernière hypothèse est d'une explication plus rationnelle, tandis que la première est anormale dans l'autre; car la cinchonine est comme la quinine; mais comment se fait-il que le principe actif du quinquina ait deux caractères opposés? La nature prodigue de créations inutiles. Voyez que nous dirons de la salicine (4392).

4372. Mais la *morphine* est bien plus efficace que l'opium. Un à deux grains suffisent pour endormir, et quelques-uns plus peuvent donner la mort; tandis que, dans des expériences récentes, un demi-gros d'un gros d'acétate de morphine, qui est la base la plus active de cette base, ne produit la mort, soit qu'il soit pris à l'intérieur, soit qu'il soit injecté dans les veines. La *narcotine* accompagne la *morphine* dans l'opium; la *cinchonine* accompagne la *quinine*; le quinquina, tue les chiens à la dose de un gros, et ne produit pas le moindre effet sur les hommes à la dose de quelques gros pendant plusieurs jours. Son acétate ne produit aucun effet sur les chiens mêmes.

4373. Le sujet est donc tout à fait épuisé sur de nouveaux errements, mais par lequel on n'aient pas à redouter l'influence des sciences scientifiques.

4374. Nous terminerons ces réflexions sur les propriétés des autres bases ci-dessus.

4375. La *strychnine*, et après elle la *scopolamine*, mais surtout leurs sels, agissent à la fois sur les poisons les plus violents, la mort s'ensuit après quelques minutes de tétanos, et on ne peut leur administrer à l'intérieur ou qu'on les injecte dans le sang au moyen de flèches empoisonnées. Elle commande, comme antidote, l'infusion de galle et le thé, dont le tannin produit un sel insoluble. La *vérafarine* produit des effets, administrée à haute dose, à peu près au contraire, elle produit le plus violent, une abondante salivation; et, introduit dans l'estomac, elle donne lieu à des vomissements et à la diarrhée,  $\frac{1}{12}$  de

grain suffit pour produire le vomissement, les autres bases reproduisent plus ou moins les effets de la plante de laquelle on les

(\*) *Journal de pharmacie*, tom. X, pag. 577, 1834.

plications à la médecine légale.

alcaloïdes vénéneux ont fait naître des questions de toxicologie fort délicates. Ces substances sont-elles susceptibles d'être décomposées dans les viscères? et, dans le cas où elles ne le seraient pas, sont-elles capables de résister à la propriété destructive de ces organes, possédons-nous des moyens sûrs à en constater la présence d'une manière certaine?

Le procès si fameux de Castaing, la question fut résolue à *priori* affirmativement, sorte que la défense n'était plus en mesure de résister à l'accusation qu'il n'y avait point de substance vénéneuse, puisqu'il n'y avait pas de corps de décomposition, puisque les médecins appelés devant la loi déclarèrent que, s'ils ne retrouvaient pas la morphine dans l'estomac de la victime, cette substance n'aurait pas été décomposée par l'estomac.

Plus tard, Orfila, qui avait fait partie de la commission médicale interrogée dans cette affaire, publia une série d'expériences dont les résultats parurent diamétralement opposés à l'opinion de Castaing; et il affirma qu'on peut trouver des traces de morphine dans un cadavre sept, et même dix-huit mois après la mort de la victime. Si Orfila avait émis cette opinion devant le tribunal, je suis convaincu, que la foi des jurés dans les assertions de la loi légale, que la tête de Castaing eût été mise à l'échafaud! Mais les nouvelles expériences de l'auteur, publiées en 1828, ne sont pas propres à autoriser les conclusions tirées par Orfila et Lesueur.

au lieu d'empoisonner des animaux, j'examinai plusieurs mois après l'état de décomposition, les auteurs s'étaient contentés de faire passer les poisons végétaux dans des vaisseaux de verre, avec ou sans mélange d'aliments. Or il est facile de concevoir que ces substances inertes et sans vie, pourraient se conserver longtemps sans se décomposer. Mais en serait-il de même d'un poison végétal qui aurait été soumis à l'action d'un animal vivant? c'est ce que les expériences étaient loin de permettre de conclure. C'est ce que j'opposais alors à la thèse soutenue par Orfila (\*). Ce travail était en train de fonder de fond en comble. Il fallait quelques heures pour décider la question;

les auteurs ont employé dix-huit mois pour la résoudre (3629).

4378. Quant à la seconde question, qui est relative à la valeur qu'on doit attacher aux réactions des alcaloïdes, il est évident que devant la loi on doit la considérer comme tout autant indécise que la première. Car, 1° rien ne démontre que les alcaloïdes soient des principes immédiats; et s'ils n'étaient que des mélanges, comme l'analogie porte à l'avancer (4325), qui oserait nier que le hasard soit capable d'en reproduire, de toutes pièces, de semblables sous tous les rapports de leur réaction? Nous connaissons à peine les caractères chimiques des sucres des 99 centièmes des végétaux qui nous entourent; nous connaissons encore moins les caractères illusoires qu'ils sont dans le cas de revêtir en se mélangeant; et nous oserons prononcer devant la loi que telle réaction indique exclusivement la présence de telle ou telle substance! 2° La présence des alcaloïdes, et de la morphine en particulier, se reconnaît, d'après les traités de toxicologie, aux caractères suivants: elle rougit par l'acide nitrique; elle bleuit par les sels de fer; elle est insoluble dans l'eau, et, d'après quelques auteurs, dans l'éther; elle est soluble dans l'alcool, précipitable par l'ammoniaque; elle verdit, comme le plus grand nombre des alcaloïdes, le sirop de violettes. Mais Bonastre a déjà fait voir, et nous avons vérifié combien la réunion de toutes ces réactions était trompeuse. En effet, la partie concrète de l'huile de girofle (3899) est blanche, cristallisable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant; elle bleuit par les sels de fer, rougit par l'acide nitrique, exactement comme la morphine; l'ammoniaque la précipite; et si elle avait séjourné dans l'ammoniaque, elle ne manquerait pas de donner des signes d'alcalinité. Or il n'est pas besoin de recourir à une réunion rare de circonstances, pour que le girofle se trouve dans l'estomac d'un cadavre supposé empoisonné; et voyez alors où conduiraient les réactifs invoqués au nom de la loi! Les caractères qui distinguent la brucine et la strychnine de la morphine sont trop peu déterminés pour que nous nous y arrétions sérieusement.

4379. Ces raisons parurent sans doute péremptoires à l'école de pharmacie; car elle proposa pour prix la question de trouver des réactifs capables de faire distinguer la nature des alcaloïdes. La question resta encore sans solution, quoique abordée par deux concurrents. L'un d'entre eux proposait comme un excellent réactif l'inspection des cristallisations au microscope;



mais il ignorait alors que les sels ammoniacaux cristallisent de la manière la plus analogue aux alcaloïdes. Au reste, ces sortes de cristallisations varient dans leurs formes accessoires selon la quantité et la nature du menstrue, selon la pureté et l'impureté du sel ou de la base alcaloïde, selon la durée de l'évaporation, etc.; ainsi la narcotine cristallise dans l'eau (pl. 16, fig. 9, 12) tout autrement que dans l'alcool (fig. 11); dans ce dernier menstrue elle se forme en rosaces. On peut voir (*ibid.*, fig. 4, combien les cristallisations de la quinine par l'alcool se rapprochent des cristallisations de la narcotine par l'eau. Au reste, obtenus à l'état de la plus grande pureté, ces produits retiennent toujours, quoi qu'on fasse, une certaine quantité de sels souvent inorganiques, qui en altèrent, en modifient les formes cristallines, et souvent cristallisent à part. Ainsi, à côté de la narcotine, je trouvais les cristallisations (fig. 10) qui me paraissent appartenir au carbonate de soude, et en outre des taches violettes; et à côté de celles de la quinine (pl. 16, fig. 4) se montraient les lamelles (fig. 14, qui sont évidemment des cristallisations de sous-acétate de plomb.

4380. En résumé nous ne cessons de répéter aux jurés des cours d'assises, les paroles que nous adressions en 1828 aux experts en médecine légale : « On est toujours à temps de desapprendre une erreur, on ne peut jamais plus réparer un témoignage légal entaché d'inexactitude. Le glaive de la loi ne revient pas en arrière, comme la conviction du chimiste expérimentateur. »

#### b. ALCALOÏDES D'ORIGINE ANIMALE.

4381. URÉE (4116). — L'urée est un produit de l'urine, qu'on a regardé dès le principe comme un principe immédiat, mais que, depuis surtout les expériences de Woehler (4046), on s'habitue à considérer comme une combinaison ammoniacale dont il ne s'agit plus que de déterminer les éléments. On l'obtient en concentrant, jusqu'à consistance sirupeuse, l'urine, ajoutant peu à peu au sirop son volume d'acide nitrique à 24°, agitant le mélange et le tenant plongé dans un bain de glace; lavant les cristaux de nitrate d'urée qui se précipitent, les redissolvant dans l'eau, que l'on décolore au charbon animal, ajoutant à la liqueur du carbonate de potasse, pour saturer l'acide nitrique; évaporant la liqueur à une douce chaleur, jusqu'à siccité; traitant le résidu par de l'alcool pur, concentrant l'alcool d'où l'urée se précipite.

L'urée cristallise en aiguilles prismatiques incolores, sans odeur, sans action sur les réactifs; entrant en fusion à 120°, et passant ensuite en ammoniacque et acide (4055), puis en toutes les espèces de sels qu'elle peut provenir d'une pareille (4050). L'urée a la propriété de faire cristalliser le sel marin en octaèdres, et le sel de cuivre en cubes (4512). Elle est soluble dans l'eau moindre que le sien et dans l'alcool de faible pureté; elle se dissout peu à peu dans l'eau exposée à l'air et à la température ordinaire. Les acides sulfurique, chlorique, nitrique, en dégageant de l'ammoniacque par l'ébullition, à la température ordinaire, mais ne se dissolvent pas; et par évaporation on obtient des cristaux de l'acide employé. Le chlorure de sodium ordinaire, décomposé par l'urée, dégage du gaz acide carbonique, gaz chlorure et carbonate d'ammoniacque. La potasse n'en fait rien; à la température ordinaire, la potasse n'en fait rien; si on chauffe le mélange, il se dégage de l'ammoniacque et se forme un carbonate de potasse.

4382. Toutes ces données nous prouvent que l'urée est, comme la narcotine, un principe neutre ou un peu acide, d'un cal et d'une huile essentielle. Ce sel est un carbonate ou un oxalate? et l'urée, principe, ne renferme-t-elle pas de l'azote? c'est ce qu'aucun expérimentateur n'a pu vérifier.

4383. L'urée serait composée, d'après Berzelius, de 20,2 de carbone, 6,6 d'hydrogène, 28,4 d'azote, 38,4 d'oxygène.

4384. L'étude de l'urine doit être faite en ne perdant jamais de vue la théorie des principes; la physiologie doit desespérer d'expliquer la moindre indication utile de l'urine.

#### β. Alcaloïdes ou sels ammoniacaux de la potasse dégage de l'ammoniacque à la température ordinaire.

4386. ASPARAGINE. — Substance cristalline, découverte par Vauquelin et Robiquet ont retirée du suc d'asperge et qu'on a retrouvée ensuite dans le suc de guaiac, de réglisse, de grande consoude, dans la pomme de terre, les ornithogales, etc. fait bouillir le suc d'asperge, on le concentre, et on l'expose ensuite à l'air, où il cristallise spontanément pendant quinze à



ls il se forme deux espèces de s rhomboïdaux, durs et cassants, lés. On sépare ceux-ci, qui paraissent nannite, de ceux-là qui forment que l'on fait cristalliser de nouririfier. Dans le suc de guimauve, de des cristaux rhomboïdaux.

agine rougit faiblement la teinture. Sa dissolution aqueuse n'est la noix de galle, ni par l'oxalate ni par l'acétate de plomb, ni par l'acide urique. L'alcool anhydre et l'éther ne l'attaquent pas. La potasse et les alcalis agissent de l'ammoniaque. L'aspargine, à la température ordinaire, est un sel ammoniacal, que les chimistes désignent sous le nom d'*asparmate d'ammoniaque*. Elle est composée, dit-on, de 36,7 de carbone, 5,9 d'hydrogène, 36,1 d'azote.

On a étudié les cendres de l'aspargine; elle représente-t-elle tout l'azote

*ou sels ammoniacaux produits par la distillation et de la sublimation.*

signons sous ce nom les substances du plus inconcevable abus de la chimie. Dumas a désignées comme des substances particulières, par la terminaison *-amine*, en sublimant un sel ammoniacal, en traitant par le gaz ammoniac les substances résineuses et volatiles. Ce sont des sels ammoniacaux.

E. — On l'obtient, en distillant l'oxalate d'ammoniaque; ce sel se volatilise au col de la cornue, ou retombe dans l'eau ammoniacale. C'est une substance cristalline, peu soluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther. Exhalant une odeur faible, dit-on, dans l'eau chaude, elle dégage une odeur ammoniacale. Chauffée avec une dissolution d'acide sulfurique, elle se sépare en ammoniaque et en oxalate de potasse. Sa composition donne : 27,6 de carbone; 11,9 d'azote; 4,5 d'hydrogène. Elle possédait un nom plus concluant; c'est un simple pyroxalate ou oxalate anhydre; mais

avec cette dénomination, elle aurait passé sans le moindre bruit.

4391. BENZAMIDE. — C'est une substance que Wœhler et Liebig ont obtenue, en faisant passer du gaz ammoniac sec sur ce qu'ils appellent le *chlorure de benzoyle* (3915). La masse devient solide; on lave à l'eau froide, puis on traite le résidu par l'eau bouillante, d'où la benzamide se précipite par le refroidissement. Elle se compose de 69,7 de carbone; 13,0 d'oxygène; 11,5 d'azote et 5,7 d'hydrogène. C'est un pyrobenzoate d'ammoniaque.

### C. *Pseudocalcoïdes ou substances cristallines non azolées.*

4392. Ces substances sont des précipités résineux, mêlés aux divers principes que renferme la sève végétale d'où ils émanent; et c'est dans le premier moment de confusion et de vertige qu'avait amené le résultat de Sertuerner, qu'on a pu les classer dans la catégorie des alcaloïdes.

4393. SALICINE. — La salicine s'obtient, en versant un petit excès de sous-acétate de plomb dans la décoction de l'écorce du tremble, filtrant la liqueur, précipitant le plomb par l'acide sulfurique, filtrant, faisant bouillir, et décolorant par le charbon animal, filtrant; la salicine cristallise par le refroidissement. On l'extrait encore des écorces du *salix helix*, de tous les autres saules, et de tous les peupliers cultivés en France.

4394. La salicine a la saveur de l'écorce de l'arbre; elle est amère; elle cristallise en particules nacrées; elle se dissout dans 20 parties d'eau froide; elle est plus soluble dans l'eau chaude; elle est soluble en toutes proportions dans l'alcool. L'éther et l'huile essentielle de térébenthine sont sans action sur elle. La salicine doit à son amertume (4338) d'être fébrifuge, comme l'écorce des saules; nous invitons les chimistes à soumettre aux procédés le suc du *chlora perfoliata* et du *chironia centaurium*; ils en retireront certainement une substance jouissant de propriétés chimiques et thérapeutiques analogues. La salicine se compose, d'après Gay-Lussac, de 55,491 de carbone, 36,325 d'oxygène, 8,184 d'hydrogène.

Nous ne sommes pas éloigné de croire que la salicine est redevable de sa solubilité dans l'eau à l'association de son principe résineux avec une certaine quantité de sucre. Soit, en effet, un mélange de trois parties de sucre et d'une partie

d'huile essentielle ou même fixe, nous aurons en nombres ronds (257) :

	Carbone	Oxyg.	Hydrog.
Sucre. . .	$44 \times 3 = 132$	$50 \times 3 = 150$	$6 \times 3 = 18$
Huile essent.	87		13
	<u>219</u>	<u>150</u>	<u>31</u>
Total ramené à 100.	$\frac{219}{4} = 54,75$	$\frac{150}{4} = 37,50$	$\frac{31}{4} = 7,75$

nombres bien voisins de ceux de l'analyse de la salicine.

4395. Les réactions de la salicine militent en faveur de cette opinion. Braconnot a vu que cette substance cristallise en prismes tétraèdres (3182) assez gros, durs, et craquant sous la dent. Elle ne se combine point avec les acides. L'acide sulfurique concentré communique, à la salicine, la couleur pourpre, que nous avons vue être le signe incontestable d'un mélange de sucre et d'huile (3167); cette couleur disparaît à mesure que l'acide sulfurique s'étend d'eau, ou se sature de l'humidité atmosphérique, précisément comme cela arrive, lorsqu'on laisse exposé à l'air un mélange d'albumine, de sucre et d'acide sulfurique, ou un mélange d'acide sulfurique, de sucre et d'huile. Braconnot, qui ignorait l'action de l'acide sulfurique sur un mélange d'huile et de sucre, avait cru voir, dans la réaction de l'acide sur la salicine, la présence d'une nouvelle substance colorante, qu'il proposa de nommer *rustilène*. Presque toute la nomenclature chimique en *ine* en est là (4337).

4396. Picrotoxine. — S'obtient de la coque du Levant, en concentrant le suc, triturant l'extract avec la magnésie pure ou la baryte, le traitant par l'alcool absolu, décolorant par le charbon animal; on obtient la picrotoxine par le refroidissement: c'est une substance cristalline, amère, vénéneuse. D'après Pelletier et Couverbe, elle serait composée de 60,91 de carbone, 6,00 d'hydrogène, et 33,09 d'oxygène, nombres que l'on obtiendrait environ d'un mélange d'une portion d'huile essentielle, par exemple, et deux portions de sucre :

	Carb.	Oxyg.	Hydrog.
Sucre. . .	$44 \times 2 = 88$	$50 \times 2 = 100$	$6 \times 2 = 12$
Huile. . .	87		13
	<u>175</u>	<u>100</u>	<u>25</u>
Total en 100. . .	$\frac{175}{3} = 58,33$	$\frac{100}{3} = 33,33$	$\frac{25}{3} = 8,33$

4397. Colomine. — S'obtient en traitant la

racine de columbo, par de l'alcool de 0,835; abandonnant au repos, quelques jours, la dissolution; redistillant le résidu, on obtient le colomine, qui se forme dans l'alcool; charbon animal; concentrant le colomine, il précipite spontanément. D'après Pelletier, il se compose de 66,36 de carbone, 27,61 d'hydrogène; nombres qu'il a retrouvés en analysant un mélange d'huile essentielle ou résine et de sucre.

4398. OLIVILE. — S'obtient de la gomme, en épuisant la gomme par l'alcool absolu, qui ne laisse que l'olivile. D'après Pelletier, elle se compose de 27,10 d'oxygène, et 72,90 d'hydrogène; nombres qui se retrouvent dans un mélange de parties égales d'huile et de gomme. On aurait, en effet, en analysant les nombres élémentaires ci-dessus: oxygène 25, hydrogène 9,5.

#### QUATRIÈME DIVISION

##### SELS OBTENUS PAR L'INCINÉRATION

4399. Si l'analyse d'un suc par la méthode grand est un véritable chaos, l'analyse d'un être organisé est quelque chose de spécialité; car, outre la confusion, la décomposition, et les sels qu'on obtient sont présenter les sels qui existaient dans l'individu qu'on analyse. Les bases terreuses et à acide végétal se trouvent en carbonates et en oxydes; les hydrates de nitrate d'ammoniaque disparaissent, les sels ammoniacaux à acide végétal se décomposent; enfin la décomposition s'opère; et des sels et des bases fixes est sensiblement emportée, avec la fumée, par la vapeur de la vapeur d'eau et par le gaz qui se dégagent. Aussi retrouve-t-on un certain nombre des sels fixes. Ajoutez à cela que, quoi qu'on fasse, pendant quelques jours dans la cendre une assez grande quantité de charbon, qui n'a pu être brûlé par le gaz, et qui soustrait à l'analyse une portion avec lesquels il reste combiné.

4400. Saussure et Berthier se sont occupés, de leur côté, de l'incinération d'un grand nombre de plantes; leurs résultats sont très intéressants, sans s'accorder pourtant dans tous

on y remarque étant inhérentes à procédés d'analyse qu'on emploie. On voit avec plus de certitude, c'est que les cendres de bois contiennent plus de cendres que l'aubier, que les cendres des plantes et des feuilles se composent en majeure partie de phosphates terreux ; que les cendres de bois, au contraire, contiennent en majeure partie du carbonate de chaux, fort peu de sels alcalins de potasse ou de soude, et encore quelques phosphates terreux ; enfin que la paille fournit presque, par l'incinération, plus de potasse et de chaux, tandis que le bois donne presque que du phosphate de magnésie. Les sels ammoniacaux sont tant négligés, et qui, d'après nous, les tissus azotés (837), ont été éliminés par la distillation.

Le charbon n'est si abondante en carbonate de chaux qu'elle ne renferme plus que des sels, qui, d'après nous, se composent en majeure partie de bases ; tandis que les tissus renferment les sucs séveux et les matières, surtout la matière verte que l'on mêle un *caméléon végétal* (4067), une combinaison de fer ou de manganèse.

On retire en grand la potasse brute, en lavant les lessives des cendres de bois, et on remplace, selon des auteurs modernes, les cendres des fougères, des tiges et des racines et des pommes de terre : on les brûle et de les débarrasser du charbon, en les calcinant dans des fours ; la potasse prend alors le nom de *potasse brute*.

On se retire des cendres des *salsola* et des *glaucocystis*, sur les côtes méridionales de l'Espagne et de Portugal, et des *varechs* (837) en Hollande et sur les côtes de la France. La première se nomme *barille*, et la seconde *soude*.

On a remarqué que l'incinération de certaines substances dites végétales présente une grande difficulté qui résulte d'une décomposition mécanique. L'acide phosphorique provient de la décomposition des phosphates par le charbon ; la décomposition des phosphates ammoniacaux par le charbon (837), soit même de l'oxygénation de la substance et se trouve à l'état libre dans les tissus végétaux ; l'acide phosphorique recouvre le charbon, le protège de l'oxygène ; en sorte que la masse

4404. On retire le phosphore, des os, qui sont composés de 76,5 de phosphate de chaux et de 20 de carbonate de la même base. On calcine au blanc et on pulvérise la masse ; on en fait une bouillie avec de l'eau, on y verse les  $\frac{3}{4}$  d'acide sulfurique ; on lave à l'eau bouillante, on filtre ; on mélange la masse sirupeuse obtenue par évaporation avec  $\frac{1}{5}$  de charbon que l'on calcine jusqu'au rouge dans une bassine en fonte ; l'on distille ensuite dans une cornue en grès bien lutée, et que l'on surveille avec le plus grand soin, pour luter toutes les fissures qui se forment.

4405. Le charbon n'est que le résidu de l'élimination des parties aqueuses des tissus, ainsi que des substances volatiles qu'ils renferment. Mais comme le carbone s'évaporerait en acide carbonique, en se combinant avec l'oxygène de l'air, il s'ensuit qu'on obtient d'autant plus de charbon que l'on soustrait le mieux la masse à l'action de l'air atmosphérique, tout en la soumettant à l'action de la chaleur. Toute la théorie de la carbonisation et des procédés du charbonnier est basée sur ce principe, et c'est dans ce but qu'il construit des tas coniques et serrés de bûches, qu'il a soin de recouvrir de terre, et dans l'intérieur desquels il ne ménage qu'un canal étroit, pour alimenter le feu et donner issue à la fumée (\*).

4406. Dans le cours de l'étude philosophique des phénomènes dont cette dernière partie de l'ouvrage a été l'objet, il se présentera une circonstance à laquelle les auteurs classiques ont vainement tâché de répondre. La potasse et la soude sont abondantes, comme nous l'avons vu (4400), dans les tissus jeunes et herbacés ; et pourtant des arbres croissent et deviennent gigantesques dans des terrains où la potasse se trouve en quantité minime, et même dans les fentes de roches calcaires qui n'en offrent pas la moindre trace. Où donc ces arbres ont-ils puisé leur alcali ? La potasse ne serait-elle pas un produit de la végétation, produit aussi indécomposable par nos moyens actuels d'analyse que le charbon est infusible, et

la substance carbonisée se conserverait indéfiniment sous cette forme, si on n'avait soin d'enlever l'acide phosphorique par des lavages, à mesure qu'il s'en forme de nouveau. On pourrait parvenir au même résultat, en triturant à plusieurs reprises. Lorsqu'on n'a qu'une faible quantité de substance à examiner, il faut prendre garde que le courant d'air atmosphérique ou de gaz oxygène n'en entraîne violemment des quantités considérables ; il vaut mieux exposer tour à tour la masse au feu et à l'air, jusqu'à incinération complète.

que le carbone cristallisé en diamant refuse de se reproduire artificiellement ? Ne peut-il pas arriver que des principes gazeux se rencontrent dans un état tel d'association, que le résultat de leur combinaison soit inaltérable par nos procédés ? C'est ce que la chimie actuelle est hors d'état de démontrer ou de réfuter. Cependant l'opinion classique est celle qui nous paraît la moins rationnelle.

4407. Les sels ne sont pas décomposés uniquement par l'action de la chaleur ; les substances organiques paraissent produire des résultats analogues, sous l'influence d'une lente désorganisation.

4408. Nous avons déjà vu un exemple de cette sorte de décomposition par l'action de l'alumine sur le sel marin (1525) ; il est certain que dans la nature elles ont lieu sur une vaste échelle ; c'est encore pour la nouvelle méthode un grand objet d'investigations. C'est par là que nous pouvons espérer de parvenir à analyser avec précision les phénomènes compliqués qui se passent dans le laboratoire de la digestion et des excrétions, dans les fonctions des racines des plantes, dans la décomposition spontanée des débris organisés. La marche à suivre dans ces recherches ne doit consister qu'à observer les produits du mélange, après les avoir rapprochés de toutes pièces, deux à deux, trois à trois, et ainsi de suite.

4409. Vogel a eu l'occasion de remarquer que la glycyrrhizine (*suc de réglisse*, 3259) décompose le sulfate de soude et celui de chaux en hydrogène sulfuré ; décomposition qui est très-intense au bout de la deuxième année.

#### COROLLAIRE

##### RELATIF A L'ÉTUDE MICROSCOPIQUE DES SELS.

4410. Plus la quantité de la substance d'essai est petite, plus il est nécessaire de redoubler de vigilance et d'attention pour apprécier les résultats, et de logique pour en tirer une conséquence. De là vient que je ne sache pas d'analyse qui demande plus de temps qu'une analyse microscopique ; et l'on ne saurait s'imaginer, avant de l'avoir vérifié par soi-même, par quelle filière de raisonnements, d'inductions, de tâtonnements, d'essais, de preuves et de contre-épreuves, a passé le résultat, qui, dans les analyses microscopiques

de ce livre, se trouve exprimé par quatre ou cinq mots.

4411. Notre exemple a trouvé quelques imitateurs ; mais ce n'est pas de ceux qui se sont rués, par ordre de genre d'étude dont la faveur publique le succès, en dépit de tout le mauvais corps salariés par l'État. Il est déplorable avec quelle légèreté d'esprit et quelle d'exécution précèdent, je ne dirai pas l'observation, mais la rédaction d'un semblable rapport, ces solliciteurs de rapport dont la presse quotidienne enregiste d'incompétence, les palinodies hebdomadaires est déplorable qu'on fasse entrer des suites à la science, au nombre des sciences ; et sont rien moins que scientifiques ; et nous ne devons pas trop appeler l'attention des esprits sur l'emploi de l'argent à de pareilles folies. Ce que nous avons à dire dans ce cas, c'est que nous saurions donc s'adresser à ce genre d'opérations que l'on pourrait désigner sous le nom de rapports à distance et par délégation, mais à ces hommes de bonne foi, qui pour leur sujet avec patience, l'observent tous les jours, et ne consentent à publier que sous les inspirations de l'évidence.

4412. L'analyse microscopique des sels n'est pas l'analyse en grand ; bien au contraire, elle doit s'éclaircir réciproquement avec toutes les fois que cela est possible ; et les analyses doivent jamais être la répétition brutale l'une de l'autre ; si l'une a prouvé quelque chose, l'autre doit le prouver de même ; si l'un a prouvé le contraire, il est inutile sans doute de chercher à le prouver à son tour. Avec la chimie organique, l'analyse en grand, le moyen, l'analyse microscopique est, au contraire, le but ; l'analyse en grand ne peut éclairer la route, l'analyse microscopique au terme ; et c'est elle qui est appelée à résoudre les anomalies et à servir de lien entre la chimie et la physiologie ; car c'est à elle que la place qu'occupe, dans l'organisation, dont la chimie en grand n'avait fait que la nature.

4413. Mais pour constater la place que l'analyse microscopique tient dans un organe infiniment petit, faut nécessairement recommencer, et l'analyse microscopique, toute la série d'opérations qui ont amené le résultat en grand, il sera nécessaire d'en faire d'autres que l'indiquera la logique du sujet.

forme des cristaux ne saurait jamais, permettre de décider de la nature des ; c'est plus variable en effet que le caractère graphique, selon le genre de milieu où le cristal s'est formé (3182) ; c'est une chose dont il faut tenir compte ; c'est un indice qui met souvent l'esprit sur la voie ; ce n'est pas un signe infallible ; et l'on tomberait dans les plus graves erreurs, si, après avoir comparé des cristaux obtenus par l'analyse en grand, on venait de constater l'analogie et même l'identité des formes d'un cristal observé au microscope, pour affirmer que le cristal microscopique appartient au même ordre de substances que le cristal observé en grand ; il faut, au contraire, prononcer, avoir fait l'analyse la plus soignée du cristal observé sur le porte-objet ; puis, pour reproduire de toutes pièces la cristallisation observée, en remplaçant, dans les mêmes

circonstances, la substance à laquelle on présume qu'elle appartient.

4415. Nous avons dit depuis longtemps que c'est l'étude microscopique des sels des substances organiques, qui amènera, tôt ou tard à la solution des problèmes physiologiques, sur la différence des liquides et sur les fonctions diverses des tissus. Mais ce sujet, si petit qu'il paraisse, est le plus profond que l'on puisse aborder. Étude limitrophe de la chimie organique et de la chimie inorganique, c'est là que se rencontre, pour ainsi dire, le joint par où la loi de l'organisation est abordable ; c'est là que se cache le grand mystère de la physiologie ; et c'est de ce pli de sa robe sacrée, que la nature jette à chaque instant sur la terre, comme un défi porté à l'intelligence des mortels, l'espérance et la crainte, la paix et la guerre, la vie et la mort, enveloppées à la fois dans la même énigme.

---



## TROISIÈME PARTIE.

### THÉORIE ORGANIQUE,

ou

### CHIMIE RATIONNELLE ET CONJECTURALE DES CORPS ORGANISÉS

4416. Dans la deuxième partie de cet ouvrage, nous avons étudié les produits de l'organisation sous le simple rapport chimique; nous avons cherché à constater leurs caractères extérieurs, leurs réactions réciproques, le nombre des éléments indécomposables qui rentrent dans la composition de chacun d'eux; genre d'étude qui suppose ces corps extraits des organes qui les élaborent, ou isolés par des procédés artificiels, et qui amène à des résultats bruts et matériels, que l'on classe bien plus aisément qu'on ne les coordonne; que l'on décrit bien plus aisément qu'on ne les définit. S'arrêter à ce point, ce serait s'éloigner de la loi qui est le but de la science, c'est à la théorie à rassembler ces détails isolés, ces membres épars, et à leur rendre la vie par la pensée, en retrouvant le type qui a servi, pour ainsi dire, de matrice à leur création. C'est là le point de vue sous lequel nous aurons à les envisager dans cette troisième partie.

4417. Les substances organisatrices ou organisantes ne se forment rien moins qu'à la manière des combinaisons inorganiques; la résine, l'huile, la gomme, ne sont point le résultat du simple contact du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène; tandis que pour obtenir du sulfate de chaux, par exemple, il suffit de mettre en contact l'acide sulfurique, étendu d'eau, et la chaux. Les substances organisantes et organisatrices sont le produit des êtres organisés; elles émanent de la loi de l'organisation.

4418. L'anatomie microscopique nous a révélé que chacune d'elles se trouvait emprisonnée, pure ou mélangée, dans le sein d'un organe vésiculaire, imperforé, et qui, sous quelque forme que son développement se soit effectué, est un des éléments du tissu organisé. La gomme (5099),

l'huile grasse (3719), la résine (*resina seminalis* 1433), nous les avons incluses respectivement dans une cellule.

4419. Mais cette cellule ne les possède pas sous tous les âges de son développement; elle a des caractères qui les distinguent dans ses différentes fonctions systématiques. Te le cellule qui doit être riche en sucre, n'est d'abord que celle qui reçoit de sucs âcres et acides, gommeux et huileux, et, à cette époque, le sucre ne se rencontre pas dans le tissu organisé, ou au moins dans la cellule qui nous occupe. Le sucre est déposé par la cellule elle-même aux dépens de la matière qu'elle recèle; et ceux-ci sont également aux dépens de matériaux préexistants.

4420. Or cette progression d'élaboration se fait parallèlement avec la progression du développement; et l'on remarque que la cellule tant plus voisine de la dimension à laquelle elle doit s'arrêter, que la substance élaborée est près de sa complète transformation, qu'en remontant par la pensée, et en suivant cette progression à rebours, on arrive à un état, qu'à une époque quelconque de l'existence, la cellule la plus gigantesque, qu'un globule incommensurable à l'échelle actuelle d'observation, et se confondant avec une molécule liquide, avec le liquide qui trouvait remplie la cellule première, et le sein de laquelle l'anatomie constate qu'elle est incluse à son tour.

4421. Nous avons établi que la gomme, la cellulose résulte d'une association de la base inorganique d'un côté (4328), et d'un côté organique de l'autre (855), et que la cellulose organique, à son tour, résulte d'une

l'eau (3897). La molécule organique, la cellule organisée ligneuse ou ais, en se formant, elle a pris la ; le carbone et l'eau ne cristallisent. La cristallisation organique dont la propriété n'a plus aucun cristallisation angulaire, et comme, un règne à part, le règne de l'animale. La sphère organique qui aspire les gaz pour les transformer, et ceux-ci en organes intermédiaires pour croître; et elle croît par intussusception, au lieu de croître par accretion et par de successives juxtapositions.

La molécule organique à l'instant de sa formation, et réduite encore à sa plus simple expression chimique; elle résulte d'une combinaison de l'hydrogène avec six fois le carbone; observons-la : elle est sous forme de vésicule; dans l'eau et dans l'alcool, elle est sous forme sphérique, toutes les fois qu'elle est en suspension; et cette forme est à quelque degré que l'on pousse la transformation de la molécule. Le noyau de cette vésicule est une sphère. — Mais cette modification est la faculté (3727) d'aspiration; les gaz qui lui font atmosphère; l'atmosphère atmosphérique, elle absorbe et se développe dans une progression constante, la quantité absorbée soit telle, que la vésicule se soit représentée par une portion d'air et une portion d'eau. A cette vésicule prend les caractères et les propriétés de la molécule organisatrice, de la cellule; à son plus grand état de pureté. Elle est ainsi que toutes les molécules sont sous forme sphérique, toutes les fois qu'elles sont en suspension dans un liquide. Elles absorbent les gaz atmosphériques; mais elle tend à se combiner de nouvelles bases inorganiques; et une nouvelle combinaison est devenue intime, la vésicule est : 1° d'une enveloppe vésiculaire qui absorbe les gaz et à certains liquides, elle se développe et de croître; et elle qui continue à s'organiser dans l'enveloppe vésiculaire résulte de la transformation de la surface de la sphère : 1° avec la chaux, 3° avec la potasse, 5° avec le fer, 6° avec la silice, et en quelques cas exceptionnels, avec des bases. Dans la première

catégorie, la vésicule est glutineuse ou albumineuse; dans les autres, elle est rigide, cassante et ligneuse. La vésicule est alors un organe doué de vie et de la faculté de se reproduire à l'infini, en organisant, d'après son type, le liquide qui la remplit et l'anime.

4423. Nous avons trouvé le moyen d'obtenir ainsi à part, et isolée de ses congénères, comme un tout indépendant, la vésicule organisée. L'amidon, parmi les végétaux (896), et le globule adipeux dans les animaux (1481), ont transformé, sous nos yeux, cette théorie en une réalité incontestable; et dans ces deux ordres d'infiniment petits, nous avons vu se résumer le type du monde organisé. En effet, nous avons constaté que chacun de ces globules croît et agrandit son périmètre parallèlement à l'accroissement de l'individu, dont il forme l'une des innombrables fractions. Mais à mesure que ses dimensions nous permettaient de lire dans son intérieur, nous avons eu les indices les plus évidents de la formation progressive de vésicules secondaires, dans le sein de la vésicule principale; la vésicule se reproduisait par le même mécanisme qu'elle avait produite l'organe vésiculaire qui la renferme. Mais en même temps nous avons reconnu, ce qu'indiquait déjà hautement l'analogie, que chacune de ces vésicules tient à tous les âges, par un point de la surface, par un *hile*, à la paroi de la vésicule qui la contient et qui lui a donné naissance, comme l'ovule végétal tient par un *hile* à la paroi de l'ovaire, et comme l'embryon animal ou végétal tient, par un cordon ombilical, à la paroi de l'amnios ou du péricérme qui l'enveloppe. Nous avons là les premiers termes de la progression qui constitue la loi du développement; il ne s'agit plus que de la continuer d'une manière rigoureuse. Nous avons déjà appliqué la démonstration au règne végétal, dans le *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique*, dont elle occupe le premier quart. Nous n'aurons à l'appliquer, dans cet ouvrage, qu'au règne animal, d'une manière succincte; les bornes et la nature de cet ouvrage ne nous permettant pas de l'appuyer de figures aussi nombreuses, que dans un traité *ex professo* de physiologie animale.

4424. Soit une vésicule isolée A, fig. 1, pl. 20, appartenant au tissu adipeux (1486). Nous avons constaté qu'elle est susceptible de croître indéfiniment, et que, par conséquent, avant d'arriver à la dimension qu'elle possède à l'instant de l'observation, elle a passé graduellement par

toutes les dimensions inférieures, depuis la dimension la moins commensurable, la dimension du globule qui se confond avec le liquide ambiant; et qu'ainsi, en suivant par les deux bouts la progression de son développement, on arrive également, par la pensée, et à un infiniment petit qui en est l'*alpha*, et à un infiniment grand qui en serait l'*omega*, si les circonstances de la constitution atmosphérique actuelle permettaient jamais de l'atteindre.

4425. Observons la même cellule (A), incluse encore dans la cellule maternelle (B) (fig. 2), à la paroi de laquelle elle tient par son *Aile*; si, par la pensée, nous redescendons en suivant la progression de son développement, nous arriverons à nous représenter chaque globule A comme incrusté dans la paroi de la cellule maternelle B, et, en définitive, comme formant un élément globulaire du tissu de la cellule qui devait l'engendrer.

4426. Mais alors il faut admettre, de toute nécessité, que la paroi (qui est homogène) de la cellule maternelle se compose de globules de même nature et de même aptitude au développement; car, lorsqu'on a trouvé un des éléments constitutifs d'une substance homogène, on les a tous trouvés. Nous pouvons donc concevoir une cellule comme formée, et pour ainsi dire pavée par des globules se touchant tous par six points de leur équateur, et dont l'axe se confond avec le rayon de la sphère dont leur réunion dessine l'enveloppe (fig. 3).

4427. Ces globules sont tous égaux, tous doués d'une égale aptitude au développement. Et pourtant il arrive que tous ne se développent pas. Il faut donc que, pour se développer, ils reçoivent une impulsion étrangère et indépendante de leur structure intime et de leurs fonctions propres, impulsion qui, par suite d'une circonstance qu'il s'agit d'évaluer, est dans le cas d'arriver aux uns et de dépasser les autres.

4428. Nous avons trouvé, sur certains organes, que les globules privilégiés se développaient dans le sein de la cellule maternelle, avec une certaine constance dans la symétrie, qui nous sert de caractère spécifique et distinctif. Ainsi tel grain de pollen (1402) est toujours trigone, et porte à chaque angle une vésicule; tel autre est toujours hérissé de papilles rangées en spirale; tel autre est toujours bigéminé, etc. Il faut donc que la cause, qui imprime l'impulsion du développement, suive dans sa marche un ordre constant, régulier, et variable dans ses effets par une simple

modification de son type; une cause qui varie pas autrement.

4429. Cette cause ne saurait être due à la cellule mère, puisqu'elle doit être à la fois la paroi; ni sous forme liquide ou sous cette forme elle agirait sur tout à la fois de la paroi qui la recède.

4430. En recherchant le mécanisme de la cause dans le règne végétal (\*), nous trouvons le bonheur de la voir se traduire en un langage simple, d'une admirable simplicité, vu, en effet, que dans toute cellule de développement, il se forme un nombre de petits cylindres, qui glissent, en quelque sorte, contre les parois, en décrivant des spirales d'autant plus grandes qu'ils s'allongent davantage; et que la cellule reste stérile, tant qu'elle ne possède pas ces spirales, ou un plus grand nombre marchant toutes dans la même direction. Au contraire l'une des spirales prend à droite et l'autre à gauche, elles s'entrecroisent où elles se croisent; et, au point d'entrecroisement, naît un rudiment d'un organe quelconque. Soit, en effet, la cellule (fig. 4 a, pl. 20); si elle se développe en deux spirales, l'une (b), allant de gauche à droite, et l'autre (c) allant de droite à gauche, elles rencontreront évidemment en (d), l'accouplement résultera la formation d'un organe. Les deux spirales continuant à marcher, elles viendront évidemment se rencontrer opposées du cylindre, pour y déterminer un autre accouplement, la formation d'un autre organe (e), qui se trouvera alterner avec le premier (d), et ainsi de suite, tant qu'il y aura aux deux spirales de s'étendre et de se croiser. Une fois cette loi reconnue, il nous est facile de démontrer que la symétrie des organes découle, dans quelque disposition qu'ils se manifestent à nos regards; les différents types de disposition ne provenant que du nombre et de la direction des spirales qui se développent dans la cellule maternelle, et de la vitesse avec laquelle une spirale est animée dans son mouvement.

4431. Mais dans la cellule animale nous avons retrouvé la présence d'une spirale (pl. 10, fig. 13, 15, 16, 18). L'observation indique que dans la cellule animale

(\*) Nouveau système de physiologie végétale. 5716

et se développe comme la cellule ; elle joue le même rôle, qu'elle y est le centre de la symétrie des formations et l'agent générateur des organes ; en un mot que le mystère de la vie s'accomplit à chaque rencontre de direction contraire, et que le mystère de la fécondation s'opère sur chaque globule qui se trouve à la hauteur du point de rencontre des deux spires, et peut s'imprégner de la vie.

Une de ces spires ne nous paraît pas par son exiguité ; mais l'analogie nous apprend qu'elles jouissent de la structure des cellules allongées, que l'on a désignées, dans les plantes, sous le nom de vaisseaux. Or nous voyons que les vaisseaux, remplis de matière colorée, touchent partout où ils se rencontrent, par leurs accouplements, ces anastomoses qui forment les nervures et les feuilles. Chez les animaux nous retrouvons l'analogue de cet appareil dans le système nerveux, dont les prolongements organisés sous forme de cellules allongées, s'accouplent à leur point d'accouplement. Sans ce point d'accouplement, nul développement n'a lieu ; sans deux nervures au moins ; sans deux prolongements nerveux.

Dans tout organe végétal, il existe une nervure allongée qui est le point de départ de tous les développements, la charpente, le centre général de la symétrie ; de même, chez les animaux nous découvrons, dans la masse encéphalique, son prolongement spinal plus ou moins développé, la nervure médiane de l'individu primitif et préexistant de tout ce qui est organisé ; et ce qui rend l'analogie si frappante, c'est que la spirauté de la vie des éléments se manifeste par l'entrecroisement des fibres de sa substance, par l'alternance de l'action de ses divers plexus, par exemple, du lobe gauche ou du cervelet se reportant sur le reste du corps, et *vice versa*, résultat qui dans la structure explique avec bonheur. Nous avons donc retrouvé, dans la vie animale, tous les éléments organiques de la cellule végétale ; et la théorie spirale est également susceptible de s'appli-

quer à l'un et à l'autre règne. Poursuivons cette application dans le règne animal.

4433. Soit donc une vésicule organisée et douée de vitalité, possédant des parois globulaires (*a*, fig. 5, pl. 20), et sa nervure médiane (*b*) munie de ses spires. En variant le nombre et la vitesse de ces spires génératrices, nous allons esquisser les formes principales de l'échelle zoologique.

4434. Si, en effet, il arrive qu'une seule spire se développe dans l'appareil central, la vésicule restera stérile, alors même qu'elle recevrait le bienfait de l'impulsion vitale, dans toute sa plénitude ; rien en effet ne se féconde avec soi-même.

4435. Mais dès qu'il s'en formera deux de direction contraire, le développement deviendra possible. Il suffira, pour qu'il s'effectue, que les deux spires s'avancent assez, en glissant contre les parois, pour arriver à se rencontrer, à s'accoupler. Le développement sera indéfini et sur le même type, si les spires continuent indéfiniment leur marche, animées respectivement de leur vitesse primitive. La symétrie des organes qui rentreront dans la structure de l'individu, résultera de l'égalité ou de l'inégalité de vitesse des spires de direction contraire, et ensuite du nombre des paires de spires qui se seront développées dans le sein du cylindre lequel sert, pour ainsi dire, de matrice à cette indéfinie création. Afin de se représenter d'une manière plus sensible, et pour ainsi dire en relief, les combinaisons de la théorie, nous invitons le lecteur à se préparer un petit bâton cylindrique, à la base duquel il aura attaché un certain nombre de cordons ou de rubans de deux couleurs différentes, l'une des couleurs étant affectée à la direction des spires de droite à gauche, et l'autre à la direction des spires de gauche à droite.

4436. Si les deux spires génératrices sont animées d'une inégale vitesse, les divers points d'accouplement se trouveront sur une ligne spirale ; et le nombre des organes déterminés par ces accouplements sera en raison du nombre de tours que décrira l'une des spires, pendant que l'autre en décrira un seul. Dans ce cas, la vésicule (fig. 5, pl. 20) se développera d'après le type spirale ; ses organes extérieurs se dessineront en spirale ; tel est chez les végétaux le type des chatons et cônes, et chez les animaux celui de l'hydre verte et de la plupart des polypes (tels que les alcyonelles, le corail, les madrépores, les oursins du genre *Cidaris*, etc.).

4437. Que si les spires de non contraire marchent avec une égale vitesse, les points d'accouplement ayant lieu sur les deux points opposés du plan qui se confondrait avec l'axe du cylindre générateur, les organes qui en émaneront se trouveront dans une disposition alterne. Ce sera le type des polypiers articulés et Habeliformes, etc.

4438. Mais qu'il se développe, dans le sein du cylindre générateur (b, fig. 5, pl. 20), deux paires de spires de non contraire, et animées de la même vitesse, les points d'accouplement se trouveront rangés sur quatre lignes longitudinales opposées deux à deux à angle droit; mais d'une manière opposée croisée, c'est-à-dire que deux points d'accouplement se trouveront à l'extrémité d'une ligne horizontale passant à angle droit par l'axe du cylindre, et les deux autres points se trouvant à l'extrémité d'une ligne horizontale supérieure, passant également à angle droit par l'axe du cylindre, et coupant à angle droit le plan vertical de la ligne inférieure. Nous aurons alors le type des bivalves, dont les coquilles, le manteau et les branches utérines (1926) entr'ouvertes coupent, à angle droit, le plan longitudinal qui se termine en arrière par la surface dorsale, et antérieurement par l'abdomen et par le pied rétractile: nous aurons de plus le type général des vertébrés, chez lesquels l'opposition croisée se reproduit admirablement, non-seulement sur l'enveloppe osseuse, sur l'incrustation calcaire du cylindre nerveux et générateur, c'est-à-dire sur les pièces articulées du canal osseux de l'épine dorsale; mais encore sur toute la charpente du tronc, et ensuite par la disposition et le nombre symétrique des lobes encéphaliques, des prolongements qui en émanent, et des appendices extérieurs qui prennent plus tard la destination de membres locomoteurs.

4439. En effet, admettons l'existence de deux paires de spires dans le sein du cylindre générateur (a, pl. 20, fig. 6); les développements qui émaneront de l'accouplement des spires affecteront la disposition que représente la tranche transversale du poisson (fig. 7), la disposition opposée-croisée; c'est-à-dire qu'une paire d'organes coupera à angle droit la paire suivante d'organes, et que les deux organes de la même paire seront situés en face l'un de l'autre, à l'extrémité d'une ligne qui couperait à angle droit l'axe longitudinal du corps. Il n'est pas un vertébre que l'on ne ramène sans effort à ce type, lequel est empreint spécialement sur cha-

cune de leurs vertèbres; il est beaucoup d'inférieurs qui n'en dévient qu'accidentellement, les univalves, qui n'ont réellement d'autre type que celui de la coquille avec les bivalves; les autres sont formés d'après cette disposition de la partie antérieure du corps; la partie postérieure se développant d'après le type spiral, l'indique suffisamment la coquille.

4440. Avec une vésicule douée de la faculté de se gonfler et de se dégonfler, on peut se représenter déjà combien il nous serait facile de construire par la pensée l'individu le plus parfait, en ne faisant que continuer, par des développements de divers rapports, la loi si simple et si déveoppement vésiculaire. Mais la détermination nous a toujours paru produire, sur l'individu, nos cours, une impression plus favorable, commençant par le bout contraire, et en redescendant de l'individu vers le point d'origine. Nous allons prendre pour démonstration l'homme lui-même. Si nous prenons à mesurer les proportions du corps de l'homme, aux différents âges, nous pourrions obtenir des séries de mesures qui nous serviraient à établir la proportion de décroissement de chaque catégorie de membres. Nous trouverons que les membres décroissent plus vite en longueur que la tête, et que les membres de l'arrière décroissent plus vite que ceux de l'avant, en sorte que lorsque le fœtus en est à cinq millimètres de longueur, ses deux yeux forment quatre petits saillants aux deux extrémités (2043). Mais sans nous attacher à poursuivre ces calculs sur chaque partie, et à établir des séries de mesures pour la faculté de l'intelligence, faisons-nous par les mêmes rapports, tout le système. Soit l'homme accompli et atteignant de 175 centim.; la tête ayant en longueur 17 centim., le cou 12 centim., le tronc 55 centim., les jambes 73 centim., et les bras 61 centim. Si l'on réduit l'individu total au 100<sup>e</sup> de sa taille, le tronc aura 25 centim., le cou 6 centim., les jambes 36 centim. et les bras 32 centim. Lorsque l'individu sera réduit au 100<sup>e</sup> de sa taille adulte = 175 centim., la tête n'aura déjà plus que 3 centim., le cou 1 centim., les jambes 7 centim. et les bras 6 centim. Lorsque l'individu sera réduit au 100<sup>e</sup> de sa taille adulte = 175 centim., c'est-à-dire à 1 centim., 75, la tête n'aura plus que 3 millim., le tronc que 5 centim., le cou que 1 millim., les jambes que 7 centim. et les bras que 6 millim. (fig. 8, pl. 20).



le tronc et la tête restent stationnaires, les ambras seuls suivent leur chemin ; il arrivera que, lorsque l'individu aura une longueur totale de 5 millim., les ambras pourront bien n'avoir que chacun de diamètre ; ils formeront des molécules innombrables, aux quatre angles de la molécule informe à nos yeux, mais en elle-même (fig. 9). Lorsqu'enfin elle sera considérée réduite à la dimension d'un millim., il apparaîtra comme une forme appréciable ; au microscope il verra son organisation à travers la structure des tissus, et cette organisation au bout de 100 fois seulement, redeviendra visible à nos yeux, chaque organe interne reprendra des dimensions appréciables à cet effet. Mais à mesure que l'individu contracte, il semblera se simplifier, par ce que ses éléments échapperont à nos yeux. Et lorsqu'il n'aura plus qu'un millim. (fig. 10), qu'il ne sera pas plus gros qu'un grain de fécule (1036), plus à nos yeux que l'image d'une cellule d'autres cellules (fig. 11, pl. 20). À ce point, que nous avons tous commencé, nous proclamons les rois de la création ; nous nous humiliés au souvenir de notre infériorité d'origine ; soyons plutôt fiers de ne pas savoir imaginer et la comprendre ; privilège de l'homme jusqu'à la face du Créateur, et pour lui jusqu'à son point de vue.

Nous soumettons au même calcul de simplification, l'un quelconque des autres êtres organisés ; de dégradation en dégradation, les dimensions, nous arriverons tous à la dimension et à la forme la plus simple et la plus incommensurablement égaux entre eux par la taille, la simplicité ; tous attendant qu'une impulsion leur aptitude, pour prendre les uns les autres, pour entrer dans la route tracée en sillons de feu, pour les formes qu'ils recèlent en germe ; de la vie que leurs parents ont mise dans leur sein ; comme si, de son haleine divine, Dieu n'avait qu'à souffler sur le feu, pour le transformer en homme ; qu'à dire à tous ces êtres divers émanés de la même source : « Allez, et propagez-vous, chacun à la loi qui vient de vous, et de graver en vous tous autant de formes distinctes et désormais héréditaires. »

— TOME II.

4442. Appliquons enfin la série de ces décroissements à chacun des organes et des membres extérieurs de notre corps, nous parviendrons à retrouver, à une certaine époque, à nos différents entre-nœuds locomoteurs, la forme et tout l'aspect d'une cellule du tissu cellulaire. Nous verrons l'entre-nœud *humérus* ajouté bout à bout à l'entre-nœud *cubitus*, et celui-ci à l'entre-nœud *carpien*, comme deux longues vésicules confervoides terminées par un amas de globules disposés en spirale, et dont chacun plus tard doit s'élever à la forme et à la dimension d'un osselet du carpe, du métacarpe et des phalanges. De même, les deux entre-nœuds *fémur* et *tibia*, terminés par la spire des globules qui plus tard doivent se transformer, par la simple progression du développement, en os du *tarse*, du *métatarse* et des phalanges ; et une fois arrivés à ce point de leur histoire, une fois leur identité de structure avec la cellule en général constatée, la chimie organique reprendra le sujet, pour nous conduire jusqu'à l'origine du globule élémentaire (830).

4443. Mais cet homme, observé à la taille d'embryon, tient par un *hile* (cordon ombilical) à une vésicule enveloppante, de même que chacune des cellules internes qui sont appelées à fonctionner un jour comme autant d'organes distincts, tiennent, par un hile, à la cellule générale qui les enveloppe. L'embryon est alors une cellule incluse dans une cellule ; et celle-ci, à son tour, a commencé par tenir à la paroi d'une cellule close et enveloppante (*ovaire*), lequel ovaire formait primitivement une simple cellule sans nom de la vésicule maternelle ; et ainsi de suite à l'infini ; succession de créations qui se reproduisent en se répétant, et dont une seule peut être ainsi, non la dépositaire, mais la souche et la matrice d'innombrables générations successives. Tout être organisé enfin se forme par emboîtement ; mais l'emboîtement qui suit ne préexistait point dans l'emboîtement qui précède, si ce n'est comme un simple globule élémentaire de ses parois.

4444. Lorsqu'on désirera peindre aux yeux les rapports de ces dégradations successives d'organes chez l'homme, ou n'aura qu'à calquer au simple trait les organes superficiels d'une face de squelette, en ne perdant pas de vue l'origine cellulaire des uns et interstitielle des autres, telle que nous l'avons établie dans les articles spéciaux de cet ouvrage. Ainsi l'os est une cellule incrustée ; le muscle, une cellule générale douée de contractilité ; la glande adipeuse ou autre, une cellule tenant presque toujours par un hile visible

à la paroi de la cavité qui l'enveloppe et qui lui sert de cellule maternelle; les vaisseaux de la circulation, au contraire, si épaisses ou si minces que soient leurs parois, bien loin d'être des vaisseaux (*vasa*) dans la propriété de l'expression, ne sont au contraire que des interstices; des canaux formés par le dédoublement des parois cellulaires; les nerfs, rameaux indéfinis, émanés d'une souche commune, entre-nœuds plus ou moins défilés et d'une dimension souvent exagérée, sont à leur tour des cellules empâtées sur les cellules maternelles, et se glissant, comme par des interstices vasculaires, entre les cellules les plus exigües du corps humain, pour y déterminer la formation et le développement de nouveaux organes cellulaires. Si ensuite, après s'être familiarisé avec ces analogies, on a la précaution de laver de diverses couleurs chacune des cellules que le dessin laisse visibles, et qu'on réduise progressivement cette charpente générale en tracant des séries de la même figure, sur des proportions décroissantes poussées jusqu'à l'infiniment petit pour nos yeux, mais en ne perdant pas de vue que les membres extérieurs décroissent plus vite que le tronc; la conviction pénétrera dans l'esprit de l'observateur, par une évidence progressive et continue, sans qu'il puisse dire à quel terme de la progression elle s'est manifestée pour lui.

4445. On arrivera de la sorte à se figurer le tronc du corps humain comme divisé en deux grandes régions cellulaires: la supérieure, composée de deux grandes et vastes cellules formant les deux grandes cavités thorachiques; l'inférieure, composée aussi de deux grandes cellules redoublées et refoulées contre les parois, par le développement extraordinaire des circonvolutions intestinales. Les quatre membres externes apparaîtront composés d'abord chacun de deux énormes entre-nœuds ou cellules ajoutées bout à bout dans l'ordre alterne, chacun d'eux étant terminé par un nombre assez grand d'autres cellules tarsiennes et carpiennes disposées en une spirale dirigée du pouce vers le petit doigt; tendance à la spirauté, qui se manifeste déjà sur chacun des entre-nœuds inférieurs, par la torsion évidente de l'*humérus* et du *fémur*, et par l'espèce d'entre-croisement des *cubitus* et *radius* d'un côté, et des *tibia* et *péroné* de l'autre. En conséquence: 1° Le bras peut être considéré comme un grand entre-nœud animal analogue, par sa structure générale, à un entre-nœud végétal, et composé de dix cellules principales, l'une ossifiée (l'*humérus*), les

neuf autres musculaires (*muscles de l'épinois*, *coraco-brachial*, *grand dorsal* par lequel l'entre-nœud s'empâte sur le grand dorsal par lequel il s'empâte sur la dorsale, *biceps*, *grand rond* et *long* et *court extenseur*), cellules qui, à leur tour, sont composées d'os cellulaires indéfinis, dont quelques-uns recourent à des idées théoriques plus élevées que les démonstrations et pourraient être considérées comme les muscles distincts. 2° L'avant-bras est un nœud composé de douze grandes cellules ossifiées (le *cubitus* et le *radius*), cellulaires (*brachial interne* et *brachial externe*) qui viennent s'empâter sur la cellule l'*humérus*, quatre *extenseurs*, quatre *flexeurs*, deux *supinateurs*). 3° La main est composée de cellules qui se disposent tout spirale sur un plan, et qui, si l'on qu'aux cellules ossifiées, s'élèvent au huit, dont cinq seulement donnent tout autant de prolongements articulés, chacun à leur tour, de quatre cellules bout à bout et mobiles, les huit forment le premier rang des articulations de longements formant le métacarpe et les articulations des doigts. Si l'organe n'est à se développer, et il n'aurait pu sur ce type, l'organe aurait été terminé par des prolongements disposés en spirale.

4446. L'empâtement des deux membres sur la base du tronc a pris des dimensions plus considérables en raison de la résistance. Les cellules musculaires de l'entre-nœud femoral, se dessinant à quatorze principales, plus la cellule (*fémur*). Mais le type essentiel des deux thorachiques se reproduit sur les deux pelviens, pièce à pièce, et avec des différences dans les dimensions.

4447. Si maintenant, après avoir éliminé les dégradations en dégradations, le type du corps humain à la forme d'un cylindre, en ayant soin de noter les points où le développement prend son origine, et cherchions ensuite à unir ces points par des lignes continues, nous trouverons la formule spiro-vasculaire du tronc humain est celle de deux paires de spirales; le membre supérieur est celui de deux paires de spirales; le membre inférieur est celui de deux paires de spirales; le membre inférieur est celui de deux paires de spirales; le membre inférieur est celui de deux paires de spirales.

plus en plus inégale, en sorte que d'opposition semble alterne, et puis se des-ement bien en spirale. Ainsi, en pre-me du squelette comme représentant disposition générale, nous voyons la e sur une ligne qui croise à angle droit x extrémités de laquelle s'insèrent les bras; puis celle-ci croisant à angle que termine d'un côté l'épine dorsale e le sternum; puis celle-ci croisant à la ligne du bassin aux extrémités de ttachent les deux fémurs; puis celle-ci angle droit celle que termine d'un côté se du pubis et de l'autre le sacrum; op-voisée mathématiquement symétrique. ette disposition si régulière se repro-chaque vertèbre en particulier d'une lus conforme à la théorie; le canal formant un cylindre marqué, dans agueur, de quatre rangs principaux de ents opposés-croisés: le *corps* de la t l'*apophyse épineuse* terminant une croise à angle droit la ligne ima-rminée par les deux apophyses trans-en sorte que, pour obtenir l'esquisse ne osseux, on n'aurait qu'à prendre indre, autour duquel on ferait serpenter gale vitesse deux rubans dans une di-deux rubans dans une direction con-à marquer une apophyse à chaque tre-croisement des rubans qui simule-ment des spires.

Le système nerveux est le système géné-ous ces développements; c'est la ner-ile, analogue de la nervure végétale, écède, dans tout organe, l'apparition pèce d'organes de nouvelle formation; stème qui forme le tout de l'individu, où l'œil ne saurait pas distinguer autre nbryon, pour ainsi dire, du fœtus, l'embryon de l'adulte. Or cette ner-ale est empreinte du type qu'elle repro-ut en se développant; elle est organisée formule de deux ou quatre paires de om contraire et d'égale vitesse; et son part, chez l'homme, se trouve à la par-ure du corps. Là, la formule se dessine grands lobes, qui prennent en volume, pement, que les parois crâniennes ne ettent pas de prendre en ramifications; i deux lobes du cerveau et les deux lobes x du cervelet; puis un système posté-noelle allongée, qui va déterminer la

formation du squelette d'après la formule de deux paires de spires; et à l'opposé, le système antérieur donnant lieu à un développement de neuf à dix paires principales de nerfs divergents, dont chacun, ainsi que les membres extérieurs, tend de plus en plus à reproduire son type, d'après la disposition en spirale.

4450. Si l'on reporte sa pensée sur la structure générale du tronc, telle que nous l'avons conçue (4447), c'est-à-dire comme un tout divisé en deux grandes régions cellulaires accolées à la hauteur du *hile* oblitéré, ou nombril, par un vaste diaphragme, on remarquera, avec un puissant intérêt, d'après quelle symétrie ces deux régions se balancent dans la reproduction de leurs organes accessoires, un à un, et avec quelle fidélité toutes les pièces de l'un de ces deux grands compartiments se retrouvent à la même place chez l'autre, ainsi que le tableau suivant le fera concevoir d'une manière synoptique.

<i>Compartiment anté- rieur.</i>	<i>Compartiment pos- térieur.</i>
Deux omoplates =	deux ischium.
Deux bras =	deux jambes.
Deux clavicules =	deux os du pubis.
Ouverture orale =	ouverture anale.
Langue =	verge ou clitoris.
Ouverture pulmonaire =	ouverture vaginale ou urétrale.
Deux poumons =	deux ovaires ou deux testicules.
Deux glandes salivaires =	deux reins.
Deux système de canaux salivaires. =	deux uretères.
Tête ou extrémité ample- ment développée de =	Coccyx ou extrémité avortée de la co- lonne vertébrale.

4451. En redescendant enfin, de dégradation en dégradation d'organes, de ce fait accompli aux faits commençants, de l'adulte à l'embryon que la fécondation vient d'imprégner du souffle de la vie, nous expliquerons parfaitement bien pour-quoi, à cette époque où tout se ressemble, l'homme en est réduit à la forme d'un rein (fig. 12, pl. 20), tenant par le point médian à son cordon ombilical (c), qui l'attache à la surface de la cellule-mère, à la paroi de l'amnios. Cet embryon est double, composé de deux compartiments cellulaires (a et b), symétriques et égaux entre eux alors, mais ani-mées, par suite des lois de la fécondation, d'une impulsion inégale. L'embryon humain n'est pas autrement organisé alors que l'ovule du *phaseo-lus*, qui, à l'époque correspondante de son appa-

rition, se trouve composé de cellules principales, dont l'une, plus tard, reste stationnaire; c'est celle que nous avons nommée *hétérovule*, dans le *Nouveau système de physiologie végétale*.

4452. Prenons donc la vésicule organique à cette époque où tout se ressemble, pour arriver par des modifications successives aux époques où tout est différent. Soit donc la vésicule avec la forme fécondée de la fig. 12, pl. 20. Parasite d'un autre tissu à cette époque, elle se nourrit des produits que l'organe maternel lui transmet tout élaborés; elle vit d'aspiration, elle se nourrit par la seule circulation, et sa digestion est tout entière dans sa respiration; son organe respiratoire est dans sa branchie placentaire (*c*), son cœur est dans son nombril (3045), son aorte et sa veine cave sont dans le foie, qui est en même temps l'estomac, dont le canal cholédoque est le pylore (3551); tout cela, dans le principe, réduit, par rapport à notre vue, à son expression la plus simple, à la structure la plus rudimentaire qu'il soit possible de concevoir. Deux cellules se développent dans le sein de cette cellule embryonnaire, cellules symétriques, car elles sont animées de la même impulsion; cellules opposées, car elles prennent leur point de départ à la même origine. La cellule embryonnaire est partagée alors en deux régions cellulaires (*a* et *b*). Chacune des cellules (*a* et *b*), animée de la même tendance que la cellule qui les a fait naître, doit reproduire son type, si nul obstacle n'arrête ou ne modifie son développement. Chacune d'elles reproduira donc dans son sein deux cellules, qui continueront à leur tour ce dichotomique développement. La circulation s'insinuera entre chacun de ces systèmes, en pénétrant par le hile de chacun d'eux. Dans ce cas on aura le premier degré de développement des polypes analogues aux céphalopodes, qui n'ont de commun entre eux que la circulation, et ne communiquent entre eux par aucun autre de leurs organes.

4453. Mais qu'au lieu d'une cellule *a* et d'une seule cellule *b*, la vésicule embryonnaire (fig. 12, pl. 20) engendre dans son sein deux vésicules *a* et deux vésicules *b* (fig. 13), que les quatre vésicules s'agglutinent entre elles par leurs faces respectives, mais cependant de telle sorte qu'il reste un dédoublement sur toute la ligne qui correspond à l'axe longitudinal de la cellule embryonnaire; et si, à une certaine époque du développement progressif, l'enveloppe générale, la cellule maternelle qui sert de derme à tout le

système, qui forme l'office longitudinal, s'oppose à ce que *bb* se trouve alimentair l'office tous deux systèmes nourrir; pulsera. N'importe pol dont les fil les autres de l'orifice zens, plus brachiaux masse se r les airs, o phalopode f se couda sinent (fig s'empâtant (*d*), que ti digérant en part; car développer il s'ensuit opposés at un système naissance.

4454. M: spéciale vie embryonna nervure s' seux; que vure ossifi symétrique externes; c vure se dév les rameau l'individu rieur; nou nière à rep une monst individus a deux têtes, mons, et u le nombril anus com diaphragme 4455. Si ditaire, la un dévelo

. 13) se développe en raison inverse à pièce ; que l'extrémité (*d*) de la brachiale et sentante reste réduite à des inappréciables, et que la nervure s'élève et envahisse la région que la nerf primitivement appelée à occuper ; les tentaculaires (*ff*) prendront à leur développement plus grand que les appendiculaires (*g g*), et une destination un peu différente deviendront les membres de l'arrière-membre ; la région (*bb*) deviendra la brachiale ; la région (*aa*) la région thoracique ; le diaphragme primitivement interne (*i*) le diaphragme. sera l'*anus* du canal alimentaire, (*e*) est la bouche ; et autour de l'anus sont, par de simples rudiments, tous les membres qui sur l'extrémité opposée, sur l'externe, revêtent une structure plus complexe et remplissent d'autres fonctions. La diadelphie sera le mammifère normal, le général, dans lequel Dieu, avec sa création, a moulé également et la quadrupède qui broute et obéit, et le vivant, qui est capable de contempler la nature, de comprendre son Dieu, et de se retracer son origine en ces choses où la puissance intellectuelle lutte avec succès contre la puissance matérielle qui saisit imposer silence aux tempêtes, donne de me conduire au port ; qui met frein aux torrents déchainés, renferme les montagnes, combler les abîmes, raser la rapidité du vent, fendre les airs lestés d'hydrogène, soulever le poids de l'air avec un levier de vapeurs, et lancer du bout du doigt ; moi qui d'un signe j'effraye les pieds les monstres, dont je ne suis que les esclaves dociles ; moi que le lion et l'éléphant épouvantés, et à qui le coursier et le cheval servent de monture ; voici quelle est

ma magie et quelle est mon histoire : Ma force est dans mon réveil ; si je m'endors, un ciron m'étouffe, une étincelle me dévore ; si je remonte par la pensée jusqu'à ma mère, je me vois tout entier dans une vésicule, que le souffle d'un autre a dû animer ; si je remonte à ce qui précède ma mère, je me vois tout entier dans une molécule aérienne, qui, pour prendre un peu de consistance, a besoin de se marier avec la fange du ruisseau. Un peu d'air, un peu de terre, s'attirant et s'accouplant à la face du soleil, voilà l'origine du roi de l'univers ; et si c'est l'antiquité qui fait la noblesse de l'origine, oh ! que la mienne est noble ! elle va se perdre, à travers les siècles, entre les mains du Créateur. Mais sous ce point de vue, il n'est pas un être qui ne soit aussi noble que moi ; il n'est pas un être qui ne soit mon frère, et l'enfant du même Dieu ; je ne suis, *par ma raison*, que l'aîné de la famille. »

4456. La raison ! cet œil de l'âme, cette seconde inconnue du grand problème, dont la première inconnue est Dieu ; deux termes, dont la valeur se soustrait à nos évaluations et à nos pensées ; et dont nul de nous n'ose s'entretenir qu'avec un indicible sentiment de vénération et de stupeur ; mystère aussi profond que l'abîme, dans les ténèbres duquel un rêve nous précipite, sans nous y faire jamais tomber. Ame et Dieu, qui pourra jamais vous comprendre pendant sa vie ! ce n'est pas dans ce livre tout matériel et tout profane que j'essayerai de vous atteindre. Je m'arrêterai là où la raison commence, et où la perception finit ; sur les limites enfin de l'organisation, dont les divers éléments sont du domaine de l'analyse.

4457. Nul organe n'élabore que pour se développer, il ne se développe qu'en se reproduisant ; il ne se reproduit que par assimilation, c'est-à-dire en combinant chimiquement la substance qu'il aspire, avec la substance qu'il contient.

4458. Le développement est inséparable de la

voyons, pour les détails de structure, aux choses que nous avons consacrées à l'étude des os dans cet ouvrage. Les personnes qui s'en occuperont, seront dans le cas de tracer sur le squelette, la forme de toutes les pièces de la charpente : os et les viscères ; et elles comprendront facilement que, bien loin d'être une unité contemporaine embryonnaire, est émanée peu à peu du rapprochement des parois dédoublées par la moelle épinière, le développement progressif de l'ossification ; que c'est par un anachronisme que de faire dériver le type de l'adulte d'un organe semblable. La vertèbre sera considérée comme formée par l'agglutination de quatre cellules séminalles, sous forme de quatre apophyses

croisées (4448), et elles-mêmes composées d'un certain nombre d'autres cellules ; la boîte crânienne à son tour paraîtra composée d'une première assise de pièces opposées-croisées, comprenant le sphénoïde et les deux temporaux ; puis d'une seconde assise de quatre pièces opposées-croisées, comprenant le double frontal et le double occipital qui croisent l'axe des deux temporaux ; et, au-dessus de tout, les deux pariétaux qui croisent le frontal et l'occipital. On comprendra pourquoi les nerfs ne se glissent qu'entre les sutures de ces divers os, le tronc occipital lui-même n'étant que le dédoublement de deux cellules ossifiées, distinctes dans le fœtus très-jeune, intimement confondues dans l'adulte. Quant aux glandes et aux viscères, ce sont des organes, dont la formation ne présentera plus à l'explication de difficultés réelles.



...es religions de la terre, elles se tiennent  
comme une seule famille, pour se  
main fraternelle, et se lever en face  
grave et solennelle d'un monde. Les  
enfin établi en principe, qu'avant de  
faut s'aimer : qu'avant de convertir,  
donner, et nous avons tout à nous  
quelque chose. Ils percent l'orgueil, et  
cider, ils cherchent à se convaincre, et  
plus à condamner. Loin de nous l'idée  
d'entrer dans ce grand complot de  
loin de nous la pensée de blesser ou  
d'insulter à une conscience, et de se  
dieux ou au ridicule, l'homme qui  
sur la dalle de son temple, ne peut pas  
d'être plus utile aux autres, qui vient  
secouer sur la poussière, la haine  
monde avait pu s'attacher à son cœur  
d'admirer ce qu'il ne peut comprendre  
ver devant ses yeux une forme mal-  
puisse accepter, sinon comme une  
moins comme la plus pure de ses illu-  
un sacrilège que de loucher au bonheur  
même quand il nous semblerait illusoire  
ne portons pas les mains sur la croix  
sor sacre des cœurs les plus purs, et  
au point où elle commence ; là cessons  
priété et notre droit.

4462. Ici nous sortons du laboratoire ; l'axe  
rentrer dans le laboratoire ; l'axe  
notre vue, nous n'étudions la pensée  
cristalline.

#### Combinaison de la pensée

...est plus en rapport avec  
...l'organe qui élabora la  
...les développements ?  
...sa prodigieuse  
...matériaux assimilables ?  
...assez longuement cherche à  
...l'observateur dans  
...qui servent à sa  
...opplement. Il nous reste  
...mécanisme de sa fonc-  
...de son produit subtil,  
...indispensable comme  
...est toute cela jusqu'à ce  
...le a pensé  
...date, l'organe  
...d'admirer  
...les bras de l'homme  
...des tentacles  
...ne me lisez ;  
...quel plus aux  
...sont des peaux  
...organe sert de lien commun.

4463. De même que nos organes  
s'efforcent à fonctionner, qu'ils  
fatigue à digérer, nos muscles à  
nos poumons à respirer, nos organes  
engendrer ; de même l'organe le  
notre économie se fatigue et se  
il arrive un moment où, en dépit  
efforts, notre œil se refuse à voir,  
entendre, notre odorat à sentir, et  
notre goût à goûter.

...arriver des sens.  
...se souviennent, et  
...la pensée  
...l'organe  
...s'efforcent à  
...s'efforcent à

ont qu'une perte de substance, c'est-à-dire l'excès de la consommation sur la production pour que la fonction recommence, il faut que l'organe ait réparé ce qu'il avait perdu, et ait réintégré de nouveau les éléments qui doivent servir à de nouvelles combinaisons. Le corps, donc épuisé, pour penser, les matériaux lui manquent ; il les a donc combinés pour penser ; avant qu'il reprenne ses fonctions normales la nutrition lui ait rendu tout ce qu'il a perdu, dans son épuisement. La pensée, quelle qu'elle soit, et sous quelque forme qu'elle se présente, résulte donc d'une combinaison. Cherchons à obtenir, pour ainsi dire, la formule atomistique de cette sublime combi-

La pensée, c'est la conscience intime de nous-mêmes et du monde extérieur. Un rapport réciproque de deux choses différentes. La pensée se manifeste, il faut donc le concours de deux choses, celui des corps extérieurs et celui de nos organes. Dans un milieu de torrents de lumière, nous n'en restons pas moins plongés dans la plus profonde nuit, si notre œil n'était pas conformé pour voir. Un grand génie se trouverait condamné à mourir, et vivrait à peine de ses souvenirs, si son cerveau n'était conformé à leur surface. De même nos sens extérieurs venaient à se perdre, par impossibilité, et que le centre qui les anime, que le cerveau, vint à se perdre dans ses fonctions, l'homme le plus sage serait tout à coup dans l'idiotisme. Entre ces deux extrêmes, il peut exister des modifications

et il n'est pas la plus petite perte de son sens qui n'apporte immédiatement une modification importante à la pensée et à la

que je pense, il faut donc une aptitude de mes organes, et une impression des corps extérieurs ; il me faut un d'un côté et une impression de l'autre, deux choses douées d'une affinité réciproque, la combinaison de laquelle résulte la pensée, la volonté, qui tend, avec le corps, à se reproduire par des actes, à se perpétuer et à se développer, exprimant

sans vouloir, c'est-à-dire je ne puis percevoir sans éprouver le besoin de repousser une influence nuisible, ou de saisir et retenir à deux mains l'impression qui me flatte, qui m'aide à vivre, à penser de nouveau. Je ne puis percevoir, enfin, sans aimer ou haïr, sans espérer ou craindre. Attraction et répulsion, amour et haine, crainte et espérance, alternance de bonheur et de peine ; c'est la vie depuis le berceau jusqu'à la tombe ; c'est la loi de l'univers et de l'atome dont il nous est donné d'avoir la conscience. Idées, JUGEMENT et RAISONNEMENT, termes arbitraires d'une subdivision que nous pouvons, par les deux extrémités, pousser jusqu'à l'infini : l'idée étant un raisonnement par rapport aux principales fractions qui forment l'image, et le RAISONNEMENT devenant une idée simple par rapport à un jugement ultérieur. Je ne saurais avoir la moindre idée, l'idée la plus simple, qui ne se compose d'une foule d'idées que je suis en état, pour ainsi dire, de disséquer à l'infini, et qui ne se complique d'autant plus que je l'envisagerai par telle ou telle face.

4466. Les impressions sont le produit de la combinaison du corps impressionnant et de l'organe impressionné. Les propensions sont le produit de l'élaboration de ces organes cellulaires qui composent la masse cérébrale, et ne sauraient se mettre, par leurs extrémités, en rapport immédiat avec le monde extérieur (1614). Chacun de ces organes est un réservoir d'aptitudes diverses.

4467. Il y a attraction et affinité entre les impressions et les propensions, et cela en raison de leur puissance et de leur capacité de saturation. Si je puis m'exprimer ainsi ; la propension élaborée par l'organe le plus énergique absorbant l'impression, aux dépens de toutes les autres propensions voisines, et le même corps extérieur étant capable de la sorte de déterminer un sentiment flatteur chez cet individu et un sentiment désagréable chez celui-là, d'exciter la bienveillance chez celui-ci, et la colère chez celui-là ; la prédominance qui se trouve dans une telle cellule cérébrale chez l'un, s'étant opérée dans une autre cellule chez l'autre, et la même impression se trouvant absorbée par deux propensions contraires. De là cette diversité indéfinie de tempéraments ; de là ces nuances incalculables de goûts et de mœurs, chez les individus de la même nation, et au sein de la même société, placés au sein des mêmes ressources, et se rangeant autour de la

### TROISIÈME PARTIE.

... et en même railseau, se  
... et creusant chaque  
... dans les entrailles  
... technique autour d'eux, et  
... eux.

... qui domine chez beaucoup  
... surtout chez l'homme.  
... la sociabilité, que l'on  
... et finir par s'éffacer  
... descendant l'échelle des êtres  
... est celui chez lequel  
... domine davantage; l'égoïsme  
... elle est au moindre degré de  
... le bon et le méchant sont  
... lesquels une tout autre propension  
... La folie n'est que le résultat du peu  
... des diverses combinaisons, qui ont  
... entre les impressions et les propensions  
... combinaisons qui se décomposent avec  
... espèce telle, qu'il en résulte presque en  
... temps une foule de volontés les plus dia-  
... c'est un être continu. Tout homme a  
... nuit ses accès de folie, car la nuit les  
... n'élèvent plus d'une manière constante  
... normale. La faiblesse de l'esprit est une va-  
... de la folie

4169. Les lois qui régissent l'organisation prennent le nom de besoins chez l'homme.

4470. Au nombre de ces besoins les plus impérieux, il faut ranger la vertu, qui n'est que la sociable libre de toute entrave. Le vice n'est qu'une anomalie provenant de l'altération ou de la vicieuse conformation d'un organe, ou bien que le résultat de la lutte pénible et continue de nos intérêts sociaux. La première espèce réclame des soins et de la pitié, la seconde appelle une réforme sociale complète.

3471 L'espoir d'une récompense ne fait pas plus naître la vertu que la crainte du châtiment ne combat le vice.

4472. Vous sommes heureux d'avoir fait le bien, comme nous le sommes d'avoir prôné, d'avoir soustrait nos organes d'gestifs au feu dévorant de la faim et de la soif, et notre corps à l'engourdissèment mortel du froid. Dans toutes ces circonstances, nous obéissons à une loi irrésistible; nous satisfaisons nos besoins impérieux de notre organisation; nous maintenons l'équilibre en nous-mêmes, ce qui est le but de toute vie.

4473. Dans la solitude il n'y a  
il ne peut y avoir là qu'une  
même, pour qu'il y ait une

société quelconque. C'est la  
venant à se combiner exclusive-  
dits de la propension à la  
semblables ou de celle à leur sp  
sulte la volonté constante du m  
ou de la fraude.

4474. La mémoire n'est que produits des combinaisons dans domine. Nous avons toujours, la mémoire analogue à nos problèmes, qui retirent tant incapable de retenir un certain de lieux. La mémoire se perd nance s'efface.

4475. Dans l'ordre social la *anomalie*, car la *sociabilité* normale.

Mais puisque la civilisation a  
donné à la sociabilité un si  
dominante, il doit paraître ra-  
tionnel soit capable de dimi-  
nuer entièrement, la prédomi-  
nance de la méchanceté, et  
par de nouvelles habitudes, ou  
moyens curatifs, le développe-  
ment voisin. Les législateurs  
ont engeigné sur les tables de la  
loi, pour venger la société qu'  
la torture, à l'amélioration,  
du malade et à la réparation  
avoir fait à la grande famille,  
devraient être considérés com-  
me de bons hommes, si le conte  
prouvait pas évidemment qu'ils  
sont absurdes.

4476 Nous avons dit plus  
n'est pas la seule espèce que la  
à un haut degré de la propens  
et chez toutes les espèces, qu'ac  
sion, nous retrouvons et les m  
nié les caprices, et les mêmes  
vertus. Ensuite nous voyons  
s'affaiblir, comme par des deg  
ques, à mesure que les espè  
sitaires, ce sentiment.  
qu'à la saison des am  
jamais assoupi  
moniment peti  
venant en le

et qui, pour se féconder et engendrer, n'a que de lui-même. Les hermaphrodites ne sont jamais sociaux. Aucun être n'est plus social que lui qui peut aimer à toute heure.

1. Le sentiment de la sociabilité se dégrade par une foule de nuances, chez les hommes; on voit çà et là, par le jeu des anomalies, d'autres, dans les individus de l'espèce humaine, des types moraux des animaux d'un ordre supérieur à lui; le crétin étant bien inférieur, sous le rapport, au polype; le méchant bien inférieur au renard et au lion.

2. Car, on le voit, nous n'avons pas admis la distinction scolastique d'instinct et de raison, nous n'avons fait, en philosophie, un usage si contraire à toutes les notions d'histoire naturelle. On applique la pensée à des êtres qui ont des sens sans avoir d'idées; la volonté, à des êtres chez lesquels l'impulsion reçue détermine un mouvement réflexe; la sensibilité, à des êtres doués d'un système nerveux semblable au nôtre, toujours de la même substance et quelquefois même par la même forme extérieure et l'organisation; c'est accuser la puissance créatrice d'un mensonge. Car c'est mentir, c'est donner un signe évident dépouillé de sa signification. S'indigner, en pensant que l'insecte ne peut pas penser comme nous, lui qui aime comme nous, c'est se montrer animé de la vanité des hommes; c'est la plus sotte et la plus ignorante des vanités; et les esprits faibles qui nous accusent de matérialisme, en nous entendant dire que l'abeille et la fourmi ont les mêmes vices et les mêmes vertus que nous, se montreraient plus sages que nous, eux qui acceptent, comme le rôle de Dieu, cette invitation de l'Écriture : *ed formicam, piger*; ce qui devrait signifier, après leur opinion : paresseux, homme qui ne s'attache pas aux devoirs de la sociabilité, va apprendre à se réformer à l'école d'un automate.

3. La fourmi, cet emblème vivant du travail et du dévouement de toutes les heures ! la fourmi, cette république rustique fondée sur l'abnégation, comme la ruche est la république musquée fondée sur le partage des jouissances ! la fourmière qui est, par rapport à la ruche, ce que l'Académie était à Athènes ! Virgile chantait la fourmière; c'est Salomon qui a immortalisé la fourmi. Hubert, privé de la vue, nous a tracé l'histoire de l'abeille, et dans la simplicité de ses récits, il a été aussi poète que Virgile; Fénelon, dans ses romans, ces deux hommes qui trouvèrent tant de ressources à souffrir pour autrui, seraient seuls capables d'écrire l'histoire morale et politique du monde.

petit insecte qui fait honte à la paresse. Quelle science économique dans ses approvisionnements ! Quel ordre public dans la distribution de ses travaux ! Quelle prévoyance de l'avenir dans son système architectural appliqué à chacune de ses émigrations ! Quelle précision stratégique dans l'arrangement de ses batailles ! Car la guerre est une nécessité entre deux peuples à qui l'espace manque, et qui ne peuvent vivre à la fois ! Au plus fort le droit de vivre ! Dieu va le décider ! Enfants de la patrie, le jour de gloire est arrivé ! gloire ici-bas pour les uns, gloire là-haut pour les autres ! Et les deux patries se heurtent, avec un fracas qui ne parvient pas jusqu'à nous, mais avec une ordonnance générale, une suite de manœuvres, de marches et de contre-marches, dont les Condé et les Napoléon auraient placé le mérite au-dessus de leurs plus belles batailles ! Et quand l'heure de la victoire a sonné, que le Dieu des combats a décidé du sort des deux empires, respect aux vaincus, vainqueur ! qu'ils reprennent leurs morts en silence, comme le vainqueur va reprendre les siens; la mort n'a ni défaite, ni victoire; la haine expire avec la vie, et tous les héros se retrouvent frères dans le tombeau. L'on voit alors l'ami chercher son ami, le frère son frère parmi les cadavres, et en porter la dépouille mortelle, là où peut-être un secours opportun est dans le cas de le rappeler à la vie, mais où du moins nul insecte ennemi n'insultera à sa gloire, et ne pourra dire, en le heurtant de sa trompe, que le sang d'un ennemi mort sent toujours bon ! Permettez que je raconte un de ces traits qui honorent toutes les sociétés, de quelque calibre qu'en soient les citoyens. Mon petit cachot se trouva assailli par une fourmilière, que l'odeur des friandises du malade avait appelées bien haut et de bien loin. Il arriva un de ces moments qui légitiment une guerre et en font une nécessité; c'est le moment où, de la chose, dont chacun a besoin, il n'y en a pas assez pour deux castes contraires. Je me trouvais dans l'un de ces moments; j'entrepris de détruire par la ruse ces êtres trop petits et trop nombreux pour pouvoir être repoussés par la force; un pot vidé de sucreries liquides me servit de piège; en un instant il se trouva tapissé de fourmis et pavé de points noirs qui se mouvaient à peine, tant les individus se pressaient au butin. Une terrine d'eau me servit d'océan pour noyer ce grand peuple; car pour le prisonnier, à qui les points de comparaison manquent, il n'est rien de petit dans tout ce qui cohabite avec lui. Mais que ce spectacle devint tout à coup





par les lois naturelles, égaré et ne j'aurai découvert des lois analogues à la création? Est-ce que, ouvert que l'insecte digère comme il à coup me condamner à laisser le alimentaire et à ne plus vivre insecte? Est-ce que, pour avoir vu un bienfaisant envers ses semblables, j'ai pour lui un sentiment plus grand pour mon semblable, même lorsqu'il a fait du mal? Si je tirais ces conclusions de l'analogie aussi incontestable, je ne serais pas immoral des hommes, parce que je ne suis pas absurde des logiciens, et le plus intelligent en délire.

La morale, qui est morale en tout, parce qu'elle est en tout, n'a qu'une seule et même loi : propager les espèces; et cette loi se traduit par des caractères divers, selon que l'être est organisé. La morale, qui existe dans toutes les espèces, est le résultat immédiat de la nature; elle est un caractère de l'espèce, d'un autre caractère. Chaque espèce a ses lois, ses mœurs vraies et immuables, elle ne peut que se dépouiller en entier, sans pouvoir arrêter la série de ses générations. Chaque espèce a reçu la mission d'exister et de se multiplier, de se défendre, d'aimer et de se défendre, d'être avec les autres qui peuvent concourir au bien de la reproduction. Toutes les autres lois ont le droit de les sacrifier, si le sacrifice est une des nécessités de la mission que Dieu leur a confiée. La nature a livré tous les êtres à l'homme, comme l'homme à tous les autres, vers l'une ou l'autre époque de la création. Ce serait contester ces vérités sans se contredire avec lui-même? Les religions ne nous rappellent-elles pas que le monde est terre et poussière, un peu de boue et un peu de fumier, la pâture des vers? Ne nous feraient-elles de nous voir relever de la terre relevant la comparaison? Étrange vanité de l'humilité et de l'orgueil, qui dément les deux cas, parce qu'on perd tout pour aller s'abîmer dans les effets; pour remonter jusqu'à la nature, cette créatrice, et dans le sein de laquelle elle se repose, et qui, en s'arrêtant à un plus petit des rameaux de la création, se détachant ainsi hors de portée de tous les regards, tourne à l'infini dans la même

4484. La morale est une loi immuable; elle est empreinte en lettres de feu dans notre organisation. Qui peut s'y soustraire n'est pas normal; il est à plaindre; il est sans patrie et sans mission; il n'a le caractère d'aucune espèce; il ne sait pas aimer et être bon; ses semblables l'évitent tout aussi bien que les êtres qui ne lui ressemblent pas; il fait peur, et il a peur, car il ne possède aucun goût qu'il puisse faire partager à un seul être de ce bas monde.

4485. L'être immoral apparaît, par anomalie, dans toutes les castes de la création, dans toutes les espèces animales et végétales. Nul être n'est immoral que dans son espèce, car c'est là seul qu'il est appelé à remplir sa mission sacrée, qu'il peut croître et multiplier; et tout être créé raconte la gloire du Créateur par le même cantique, le cantique de l'amour, qui résume toute la loi et tous les prophètes. Le ridicule serait de confondre ensemble toutes les castes les plus éloignées; l'immoralité serait de confondre les plus rapprochées; la moralité consiste à favoriser l'accroissement et la propagation de l'espèce, avec l'intention de l'amener de plus en plus, et par tous les efforts possibles, vers la perfection que Dieu a placée pour but à l'intelligence dont il nous dota. Le cœur en harmonie avec l'esprit, le but avec les moyens, la volonté avec la puissance, c'est là la vertu du sage. Le libertin est celui qui veut avec l'esprit ce qu'il ne peut avec le cœur, celui qui trompe les autres en commençant par se tromper lui-même; le pervers est celui qui veut ce qu'il comprend être nuisible à son espèce; le fou est celui qui veut trop de choses à la fois, pour pouvoir en concevoir, en vouloir réellement une seule.

4486. Parmi tous les êtres créés, l'homme est celui qui a fait le plus de pas vers le but spécial que Dieu lui a proposé, et qui offre le plus de vertus et le plus d'anomalies; car c'est celui dont le cœur et dont l'esprit ont acquis une plus grande perfection.

4487. L'intelligence passe ensuite, par une série indéfinie de dégradations, d'une espèce dans une autre; et cette dégradation est inhérente à la dégradation des organes; l'être le plus intelligent ayant à sa disposition les organes les plus délicats, et l'organe le plus délicat étant le signe infaillible d'une intelligence plus active.

4488. L'homme ne saurait être scindé en diverses régions que par le scalpel. Il est, en qualité d'être organisé, une unité indivisible, et qui ne saurait perdre une seule de ses fractions, sans éprouver

une modification correspondante dans ses goûts et ses volontés. La pensée résultant de la combinaison des impressions avec les propensions, l'organe qui transmet les impressions ne saurait être supprimé, modifié ou altéré, sans que la pensée et la volonté ne se modifient. L'amputation d'un membre change le moral ; la suppression de quelques poils de la barbe modifie l'humeur ; et quelquefois l'on dirait que la force réside dans quelques cheveux de la tête. Pardon, pardon à ceux qui nous offensent ou qui ont failli ; leur tort n'est que le résultat d'un accident, dont ils sont la première victime ; le juge sans indulgence est plus coupable que l'accusé ; car le juge n'est, lui, victime que d'un accident, qui l'a placé sur le siège de la justice pénale.

4489. Unité de développement physique, unité de développement moral ; unité de fonctions,

unité d'intelli-  
en général, c'est  
pèce est une  
modifications  
tout entière et  
semblable, c'est  
avec la mission  
naissant. Chaque  
lui est exclusi-  
vement grand.  
grand, comme  
créés ; partout  
partout il a re-  
sance et de sa  
amour sur la  
pas, en vous  
vant emporte,  
don de Dieu.

---

# QUATRIÈME PARTIE.

---

## ANALOGIE OU CHIMIE GÉNÉRALE (14).

---

is la seconde partie de cet ouvrage, poursuivi l'étude des corps organisés, du point de contact de la chimie avec la physique, pour arriver, par une série non interrompue de déductions et de faits, jusqu'au point de contact de la chimie organique avec la chimie inorganique. Dans la troisième partie, pour ainsi dire en sens inverse la démonstration nous sommes remonté de la molécule des corps organisés, jusqu'à la structure de la molécule inorganique, et de celle-ci jusqu'à l'atome, la structure la plus compliquée, jusqu'au point de la création lui-même; hardiesse, qui, bien loin d'insulter à la Divinité, ne des mille attributions de la noblesse de la Divinité nous a confiée, en nous léguant cette insatiable appétence du vrai, que l'homme se distingue de toutes les bêtes qui se meuvent sur la terre.

Les corps organisés ne se forment pas dans un creuset et en vase clos; ils ne sont pas isolés dans l'espace. Ce ne sont pas des natures qui, une fois sorties du néant, sont plus à rien dans la nature, et se suffisent à elles-mêmes. Un peu de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote forme l'élément de tout ce qui est sur la terre en forme la base; la terre qu'ils foulent de leurs pieds, l'atmosphère qui l'enveloppe, le soleil qui la nourrit, il s'en pénètre, il s'en agrandit, sous l'influence alternative des ténèbres et de la lumière qui vient du ciel, du froid et de la chaleur naturelle et artificielle. Tout enfin dans la nature court au perfectionnement de ce grand monde. Les lois météorologiques, lois astronomiques, lois physiques, lois physiologiques; toutes ces lois, différentes par leurs méthodes d'observation, qui ne nous

permettent, à nous, faibles mortels, de n'étudier un sujet que successivement et par ses diverses faces, et qui s'appliquent à rendre le travail plus prompt et plus facile, en le distribuant par un plus grand nombre de fractionnements. Les sciences, avons-nous dit, ne diffèrent pas entre elles d'une autre manière; et il n'est pas le plus petit sujet d'étude, la plus petite molécule à décrire, qui ne condamne l'observateur philosophe à faire à chaque instant une excursion dans le domaine des sciences qui lui sont le moins familières; car il n'est pas une seule molécule de ce monde qui ne résume à elle seule le monde entier, et ne touche à l'un de ces phénomènes généraux que nous désignons sous le nom de lois.

4492. Le morcellement exagéré des sciences n'a jamais contribué qu'à engendrer des doctes sots. Ce n'est pas à dire pour cela que l'homme qui se voue à l'étude de la nature soit condamné à être un homme universel; il faudrait que la nature l'eût condamné à vivre autant que tous les autres hommes ensemble; mais il faut que chaque travailleur ait le pouvoir de recourir successivement à toutes les sciences qui se trouvent en contact avec la face du sujet qu'il envisage d'une manière spéciale. Les institutions scientifiques d'un peuple ne devraient avoir pour but que de grouper les savants, de manière que chacun d'eux pût tour à tour faire converger, vers le sujet de ses études, les connaissances de tous les autres; c'est-à-dire qu'au lieu de conférer le droit de juger en dernier ressort les idées des autres, de s'affubler d'un habit ridicule et de ceindre une épée qui ne sort jamais du fourreau, nos institutions scientifiques ne devraient être que le cadre le plus méthodique de la distribution du travail, qui est la peine imposée à tous.

4493. Unité dans la science ! car l'unité est dans la nature ; c'est là le point qu'il nous reste à aborder. Nous procéderons d'une manière aussi concise que nous le permettent les bornes de cet ouvrage, et que le commande la simplicité sublime du sujet. Toute notre méthode résidera dans l'enchaînement des idées, l'arbitraire ne résidera que dans le point de départ. Le point de départ, en effet, est toujours indiqué par le hasard (\*).

**§ I. Réfutation de la théorie atomistique (788).**

4494. Le mot *atome* date d'Épicure ; Lucrèce, son poétique traducteur, l'a vulgarisé. La chimie moderne l'a adopté comme le mot qui se prête le mieux à ses vues hypothétiques ; il signifie une molécule indivisible, la molécule d'un corps quelconque, telle qu'on la suppose, lorsqu'on est arrivé par la pensée aux dernières limites de la division. Les atomes de la théorie chimique diffèrent de ceux admis par Épicure, en ce qu'ils sont sphériques, et que ceux du philosophe grec étaient crochus ; mais les derniers venus, il faut l'avouer, ont fini par s'accrocher un peu au hasard comme les autres ; la théorie les a rendus un tant soit peu crochus.

4495. Elle a dit : « Deux gaz, mis en contact et mesurés à la même température et sous la même pression atmosphérique, se combinent entre eux en proportions définies, sous le rapport du poids et du volume. Soit, en effet, un volume de gaz oxygène (O, fig. 16, pl. 20) mis en contact avec deux fois le même volume d'hydrogène (HH) ; de la combinaison de ces deux gaz, sous l'influence de l'étincelle électrique, résultera une nouvelle substance, qui est l'eau : l'eau condensée en liquide est donc formée d'un volume d'oxygène et de deux volumes d'hydrogène. »

4496. « Mais si l'on pèse chacun de ces deux gaz séparément, on trouvera que le volume d'hydrogène sera, au même volume d'oxygène, dans le rapport de 1 : 16, ou de 6,24 : 100 ; c'est-à-dire que l'oxygène en gaz pèse 16 fois plus environ que l'hydrogène également gazeux. »

4497. Voilà l'expérience positive : voici l'induction qui a servi de base à la théorie.

4498. « La dilatation du gaz étant soumise à une loi uniforme, et tous les gaz se dilatant également de 0,00375 de leur volume, à chaque degré de température ; nous pouvons les considérer comme

étant tous composés du même nombre d'atomes sous le même volume. En sorte que, d'oxygène O (fig. 16, pl. 20) nous aurons le double volume d'hydrogène HH et douze. »

4499. S'il en est ainsi, il est évident que l'atome de l'hydrogène sera, à l'égal de l'atome de l'oxygène, dans le même rapport que les volumes égaux de ces deux gaz. En sorte qu'en supposant arbitrairement le poids de l'atome de l'hydrogène égal à 1, le poids de l'atome de l'oxygène sera par conséquent égal à environ 16, et qu'en supposant, à l'égard du calcul, le poids de l'atome de l'hydrogène égal à 100, le poids de l'atome de l'oxygène sera égal à environ 6,24. Si en est ainsi, nous pourrions considérer la molécule d'eau étant formée par la réunion d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène ; des deux atomes d'hydrogène pesant l'atome d'oxygène 100.

4500. La théorie est fondée en ce qu'elle est dans quelques autres, sur une expérience directe. Mais bien s'en faut que les combinaisons chimiques soient capables de se présenter sous cette forme, et qu'on puisse obtenir directement les éléments de tous les composés gazeux. L'expérience abandonnée à l'hypothèse, il a fallu avoir recours à un autre genre d'induction, afin d'évaluer et de déterminer le nombre d'atomes pour lequel chaque élément entre dans la combinaison, et le poids de chacun d'eux. Un exemple nous suffira pour faire saisir la marche de ces sortes de déductions.

4501. Soit le poids de l'atome du soufre à déterminer. On a dit : Lorsqu'un métal se combine avec le soufre, par exemple, s'oxyde pour former un sel neutre, on observe que le soufre entre dans la composition du sulfate, deux fois, et que dans le sulfite, trois fois autant d'oxygène est nécessaire pour former l'oxyde. Voilà l'expérience directe. En supposant que l'atome d'oxygène prenne un atome d'oxygène, il est évident que dans le sulfite, l'atome de soufre entre dans la composition de deux atomes d'oxygène, et dans le sulfate, dans la composition de trois atomes d'oxygène ; par conséquent la formule atomistique du sulfite serait  $S + 2O$ , et celle de l'acide sulfurique  $S + 3O$  ; S étant le signe du soufre, et O celui de l'oxygène. Après avoir fondé la théorie sur le nombre des atomes sur une vue hypothétique, on a recours à une autre vue hypothétique pour déterminer le poids de l'atome du soufre. Cent parties en poids d'argent peuvent

(\*) Le résumé des démonstrations qui vont suivre a été publié dans le journal *l'Expérience*, n° 19, pag. 297, 5 février 1838.

en poids d'oxygène, et avec 14,9 le soufre. Si nous admettons que les poids marquent tout autant d'atomes, l'atome du soufre sera à celui de l'oxygène 14,9 : 7,5986, c'est-à-dire

ces déterminations atomiques des corps ne peuvent amener à l'état gazeux, les considérations semblables. Et quand on compare, dans ces formules, deux corps, les rapports de nombre que l'on trouve avec l'hypothèse du nombre d'atomes, sont positifs et vrais; l'autre est subordonné, il en est un signe de convenance, pas grandement sur la pratique, mais en erreur que l'esprit, et l'expérience ont tôt évidente.

Une théorie de deux manières l'une consiste à trouver en démontrant un nombre de faits particuliers, qu'elle cherche à expliquer d'après elle-même, au contraire, laissant là les faits, s'attache à renverser le principe, à prouver que la théorie pêche par la base. La première manière porte l'esprit à la doctrine dans les applications; les déductions ne sauraient faire défaut. Le lecteur voit bien, en lisant que la théorie n'explique pas tout; mais il hésite à en conclure qu'elle est fautive dans tout ce qu'elle explique. La méthode est prompte et décisive: elle prouve les faits, en renversant le principe; mais, si elle réussit, elle a démontré sans réplique que la théorie est fautive; si elle échoue, elle a démontré sans réplique que la théorie est vraie; car elle ne cherche pas à prouver, mais à démontrer. Peu de la difficulté, elle le tranche.

pe sur lequel s'appuie la théorie d'une fausse conséquence et une conclusion.

Un principe fondamental, ainsi que nous l'avons vu, est que deux volumes remplis de gaz différents, renferment pourtant le même nombre d'atomes, lorsqu'ils restent soumis à la même température et à la même pression. Or, on se heurte de front toutes les lois connues qui conviennent en sa faveur qu'une loi qui est que tous les gaz se dilatent également, au même degré de température. Cette loi ne se maintient pas dans tous les cas; et dans les degrés inférieurs, il est probable que l'observateur manque

d'instruments assez exacts pour apprécier les différences, qui semblent nulles, quand on est forcé d'opérer, comme en cette circonstance, sur de minimes quantités, et qui seraient certainement appréciables, si l'on opérait sur des quantités plus considérables. Ensuite, pourquoi deux substances seraient-elles admises comme égales entre elles, par le nombre de leurs éléments, parce qu'en ajoutant à chacune d'elles une même quantité, elles augmenteraient toutes les deux de la même fraction de leur volume? Si vous ajoutez à deux corps la même quantité d'une force dilatante, si vous enfoncez, par exemple, le même coin entre les fibres de deux corps différents, vous accroîtrez le volume des deux d'une quantité égale à la fraction dont le volume du coin sera le dénominateur, par rapport au volume du corps dilaté; mais il ne s'ensuivra rien moins que les deux corps possèdent la même densité, et le même nombre de parties constituantes.

4507. Nous le savons en physique, un corps est d'autant plus tassé, et possède un nombre de molécules intégrantes d'autant plus grand sous le même volume, que ses molécules sont plus pesantes; par exemple, un volume rempli de grains du sable le plus fin, renfermerait beaucoup plus de grains que le même volume rempli de granules de graisse, du même diamètre que les grains de sable; et tout à coup cette loi de la pesanteur disparaîtrait à l'égard des atomes à l'état de gaz, dont les plus pesants ne seraient pas plus tassés, que les moins pesants d'une autre espèce.

4508. Les atomes du même gaz peuvent indéfiniment occuper, sans changer de nombre, des volumes plus grands ou plus petits. Soit en effet le volume O (fig. 16, pl. 20), dans lequel je suppose qu'il existe six atomes de gaz oxygène. Si vous retirez le piston, jusqu'à augmenter la capacité du vase du double, en vertu des lois de l'équilibre des gaz, vous aurez fait que le volume qui auparavant renfermait six atomes n'en renfermera plus que trois. Si vous retirez le piston jusqu'à agrandir six fois davantage la capacité qui renferme les six atomes, il s'ensuivra que le volume qui, dans le principe, enfermait six atomes, n'en renfermera plus qu'un seul. La chaleur en dilatant les gaz produira le même résultat, en sorte que vous diminuerez le nombre des atomes d'un gaz en échauffant et en augmentant le volume, et vous augmenterez presque aussi indéfiniment le nombre des atomes du même gaz, en le comprimant ou en le refroidissant.

4509. Par quel mécanisme ces lois s'exécutent-



elles? Nécessairement par l'éloignement ou par le rapprochement des mêmes atomes, par la variation de la distance réciproque, à laquelle chacun d'eux est forcé de se placer, sous l'influence de la force qui comprime ou qui dilate. Or comment admettre que cette force agisse également sur les atomes plus pesants et sur les atomes moins pesants, sur le plus et sur le moins? Si les atomes du même gaz peuvent varier de distance, sous l'influence des variations atmosphériques, comment ne pas admettre que, sous l'influence des pesanteurs spécifiques, les atomes de ce gaz peuvent être plus rapprochés et par conséquent plus nombreux, sous le même volume, que les atomes d'un autre gaz?

4310. Poursuivons l'étude du mécanisme de la dilatation. La chaleur, avons-nous dit, dilate les gaz, et par conséquent elle augmente la distance respective de leurs atomes; si nous cherchons à nous faire une idée de ce mécanisme avec le secours de nos yeux, voici ce qui se passe. Si vous jetez une goutte d'eau (a) sur une lame de fer rougie au feu (b b, fig. 17, pl. 20), on voit cette goutte tourner sur son axe avec une rapidité incommensurable, en se tenant à distance de la lame, dont elle se rapproche peu à peu par le refroidissement, et sur laquelle elle vient s'aplatir et s'étendre, après le refroidissement complet. Si vous chauffez encore au rouge la lame de fer, ce qui restera de la gouttelette d'eau s'en écartera encore, en reprenant la forme d'une sphère, et en tournant rapidement sur son axe; si l'on continue cette alternative de chauffements et de refroidissements, la gouttelette finira par disparaître en vapeurs. Décomposons ce phénomène par l'analogie.

4311. Quelle est la matière qui tient la gouttelette d'eau à distance, pendant que le fer est en ignition? la chaleur, ou, si vous voulez, le calorique. Quelle est la puissance qui fait tourner, avec une telle rapidité, la gouttelette sur son axe? l'émission du calorique. Mais si vous jetez une petite molécule quelconque (c) sur la gouttelette qui tourne, la molécule en est repoussée au loin sans l'avoir touchée; elle est lancée, comme le sont les projectiles, dans la direction indiquée par la flèche. Si vous placez, sur la même lame de fer encore rouge, une autre gouttelette de même calibre environ que la première (a', pl. 17), celle-ci tournera aussi sur son axe, mais se tenant à distance de l'autre, et ne se confondant jamais avec elle, tant que la plaque de fer ne refroidira pas.

4312. La d'une atm de les teni même qua atmosphère chaleur op conque, à puisque la lité, et no

4313. M la gouttele le faire qu pale, d'un les autres l'impulsion t en tourna à distance (fig. 18, pl venues à égales entr cules aque devenu tel percevoir, de condille vapeurs qu manence. alors tout : et de même tance les calorique et le caloril lieu, et se libre, uni. envelopper isolantes, uns des au

4314. Si est une fol sèdent, le couches de molécules ci conserv par conséq enveloppan sera un g Mais que l molécules moins époi pées les mo aqueux se ambiant, c

et à l'égard de la gouttelette aqueuse : les molécules de l'atmosphère ambiante et au milieu aqueux une somme de calantes telle, que toutes les molécules au lieu se trouvent enfin enveloppées d'une couche de même épaisseur ; et une fois ce point, elles se tiendront toutes en repos.

Or, que-là elles tourneront toutes sur elles-mêmes, attirées et attirant tour à tour.

Et que l'équilibre ne sera pas établi, si on a un corps froid et un corps chaud, le premier perd de son calorique, et un corps froid reçoit de nouvelles quantités ; un flux et un reflux d'échange de température, un rayonnement de calorique ; nous dirons que de ces deux corps l'un est chaud et l'autre froid. L'équilibre sera rétabli entre les deux, nous dirons que le calorique est *latent*. Mais ce calorique ne l'est jamais que d'une manière relative ; il devient rayonnant, dès que vous comparez le corps, un autre corps sortant d'une basse température ; le calorique se dissipe dans ce troisième, et se répare par les molécules, jusqu'à ce qu'entre les deux de ces trois ordres de corps, l'équilibre soit de nouveau d'une manière commensurable de suite à l'infini. La calorique diffère donc par aucune propriété du rayonnant ; de même que l'eau qui s'est évaporée et qui est arrivée au repos par le froid ne diffère pas de l'eau qui suit la surface vers un fluide d'une autre densité. Le calorique latent n'est que le calorique distribué entre toutes les molécules d'un corps ; c'est le calorique en repos, et le calorique latent tant que rien ne vient déranger

car nous avons vu que le calorique est la substance qui tient à distance les molécules les unes des autres ; le calorique est donc la substance qui tient à distance les molécules qui ne sont que six fois enveloppées. Tout corps en repos est donc de molécules enveloppées d'une couche de calorique égale en épaisseur à la molécule est enveloppée d'une couche isolante de chaleur.

La densité d'un corps dérive donc de l'épaisseur de la couche isolante ; un corps plus dense que l'autre sous le même volume, n'est que celui dont les molécules sont enveloppées d'une couche isolante de moindre épaisseur que l'autre, et qui partant renferme plus d'atomes.

Or, nous avons vu que les atomes sont égaux en poids et en volume propre ; et les corps ne diffèrent entre eux que par l'épaisseur de la couche de calorique qui tient leurs atomes respectifs à distance. La conséquence, toute rigoureuse qu'elle soit, est si neuve, que, pour que les esprits habitués aux théories anciennes se familiarisent avec elle, il est besoin de l'appuyer sur le rapprochement des faits. Supposons deux capacités égales, l'une remplie d'un gaz pesant 6, et l'autre remplie d'un gaz pesant 100 ; je dis que le premier ne diffère du second que parce que ses molécules, supposées incommensurables comme celles de l'autre, sont tenues à distance par des couches isolantes, d'une épaisseur telle, que la sphère qui en résulte, est à la sphère du second dans le rapport de  $\frac{6}{100}$  à  $\frac{1}{100}$  du volume qui sert de mesure commune ; en sorte que la distance, qui séparera les molécules entre elles, chez la première substance, sera égale au diamètre d'une sphère qui aurait en volume  $\frac{6}{100}$  du volume étalon, c'est-à-dire égale à la racine cubique de  $\frac{6}{100} \times 2$ , et que les molécules de la seconde substance seront distantes entre elles d'un espace égal au diamètre d'une sphère qui aurait en volume le  $\frac{1}{100}$  du volume étalon, c'est-à-dire égal à la racine cubique de  $\frac{1}{100} \times 2$ . Mais cette différence respective n'est pas tellement inhérente à la nature des deux corps, que nous ne puissions la faire disparaître par des moyens mécaniques, et que nous ne puissions amener à  $\frac{6}{100}$  le volume de la sphère de  $\frac{1}{100}$  et *vice versa*.

En effet, si je comprime la substance qui pèse 6 jusqu'à réduire son volume au seizième du volume primitif, je l'aurai rendue seize fois plus pesante ; et si, dans cet état, je la pèse comparativement avec un seizième du volume rempli par l'autre corps, je trouverai le même poids aux deux mêmes volumes. Sous le rapport du poids, les deux corps seront devenus égaux. Mais comment suis-je parvenu à rétablir l'égalité ? ce n'est certainement pas en ajoutant un seul atome ou en en soustrayant un seul ; le nombre des atomes est resté partout le même ; donc je les ai seulement rapprochés ; donc j'ai seulement diminué la distance qui les séparait dans la substance la moins pesante ; j'ai, pour ainsi dire, exprimé et fait sortir au dehors cette distance.

4519. Si, d'un autre côté, je veux rendre l'autre substance aussi légère que celle qui ne pèse que  $\frac{6}{100}$ , je n'aurai qu'à retirer le piston jusqu'à agrandir l'espace qu'elle occupe, de seize fois sa capacité, le volume de la substance qui pèse 6 restant le même ou égal à 1; et dès ce moment, le seizième du volume de celle-là pèsera autant que le volume total de l'autre; la substance aura diminué de seize fois de son poids, sans perdre un seul de ses atomes, mais seulement parce que nous aurons fait entrer, pour ainsi dire, un espace seize fois plus grand entre chacun de ses atomes. Nous avons espacé dans ce second cas, rapproché dans le premier; ce qui, d'après la théorie ci-dessus, n'a pu avoir lieu sans faire entrer du calorique dans le second cas, et sans en faire sortir dans le premier. Or voyez comme tout concorde dans cette théorie; les prévisions avec les résultats, les faits avec les hypothèses qui les supposent. Lorsque vous comprimez un corps quelconque, vous en dégagez de la chaleur d'une manière appréciable aux instruments thermoscopiques; lorsque vous retirez le piston qui comprime un gaz, vous enlevez de la chaleur aux corps ambiants, vous refroidissez tout ce qui entoure l'instrument aspirant, d'une manière également appréciable.

En conséquence, si l'on dilate O (fig. 19, pl. 20), de manière que la substance occupe seize fois le volume de la substance H, chaque seizième de ce nouveau volume pèsera autant que le volume H. Si l'on comprime la substance H jusqu'à la réduire à un volume seize fois moindre; sous ce nouveau volume, elle pèsera autant que le seizième du volume primitif de O. En designant donc par  $a$  la cause qui dilate les atomes O et H des deux gaz et les tient à distance, nous aurons nécessairement  $O + a = H - a$ , c'est-à-dire  $O = H$ ; en d'autres termes, l'atome de O égale en poids et en volume l'atome de H, et les deux genres d'atomes ne diffèrent entre eux, que par le nombre de couches isolantes, qui les enveloppent et les espacent.

4520. Donc les pesanteurs spécifiques des gaz et de tous les corps, sous quelque forme qu'ils s'offrent à notre vue, indiqueront, non pas les rapports de poids des atomes qui les composent, mais les rapports du nombre des atomes qui existent sous le volume observé. Si donc, sous le

même volume, une substance pèse 16 il me sera démontré, non pas que l'atome de l'une soit à celui de l'autre rapport de 16 à 1, mais que le nombre des deux est dans ce rapport, en l'espace qui ne contiendrait que 1 atome contiendrait 16 de l'autre; que par conséquent l'enveloppante de l'un formerait un volume plus grand que la couche enveloppante quelconque de seize de l'autre, l'atome posé incommensurable.

4521. Qu'arriverait-il, si la nature, notre disposition des moyens de condensation et de refroidissement, capables de dépeupler les atomes d'une substance, isolantes qui les tiennent à une égale unes des autres? Évidemment nous pourrions faire passer la substance par toutes les pesanteurs spécifiques des autres corps dans la nature; c'est à-dire que nous pourrions amener la substance dite actuellement gazeuse, qui est la plus légère de la sphère atmosphérique actuelle, nous pourrions à la pesanteur spécifique du platine, la substance actuellement la plus pesante, aurant en même temps la dureté, la fusibilité, le poli, enfin sous le platine l'hydrogène serait devenu platine à nos réactifs; et pour lui rendre la forme gazeuse, il nous faudrait en ajouter autant qu'il serait nécessaire d'en produire pour faire passer le platine fusible à l'état gazeux.

4522. Cette considération rigoureuse du principe, sera présentée sous une plus favorable encore, si on l'applique à l'eau. Prenons l'eau à l'état de vapeur, comprimons ainsi que par le refroidissement nous l'amenerons à se condenser et à occuper un moindre volume, en même temps plus grande pesanteur. Mais que le vase devienne plus intense, qu'une plus grande somme de chaleur soit soustraite à ses atomes, ceux-ci se rapprochent de plus en plus (\*). Si le passage du liquide au solide est brusque et rapide, l'eau se solidifie au point de ne pouvoir être rompue qu'à

(\*) On a reconnu qu'à au-dessus du zéro, l'eau commence à se dilater, au lieu de continuer à se condenser. Ce phénomène n'est point en opposition avec ce que nous venons de dire.

pour ici. Il tient seulement à une circonstance que nous ne pouvons pas expliquer.

ire pour entamer des blocs de granit. Plus sera intense, et plus la dureté et la pesanteur du bloc solidifié seront grandes, plus il faudra de température pour lui rendre sa liquidité. Continuons cette progression, en supposant que le décroissement de calorique continue dans l'atmosphère ambiante, et nous arriverons à un point où qu'à un certain degré l'eau aura acquis la fusibilité, la pesanteur, l'opacité et la dureté du plomb. En sorte que nous étions permis de lui conserver tous ces caractères au milieu de nos collections, rien ne nous fournirait les moyens de la distinguer du fer ou du plomb de nos catalogues.

Mais si cette hypothèse d'un froid progressif se réalisait pour l'eau, elle se réaliserait dans la même proportion, pour tous les corps actuellement existants dans la nature; le fer continuerait à augmenter sa dureté et sa pesanteur, dans la même proportion que l'eau avait à l'intensité de ces deux ordres de ses caractères; la même cause qui soustrairait à l'eau une certaine quantité de calorique, devant nécessairement soustraire la même quantité au plomb; et que les différences caractéristiques continuent à se soutenir, parmi les corps actuels de la nature, soit en descendant vers les degrés inférieurs du thermomètre, soit en montant vers les degrés les plus élevés.

Ainsi l'hypothèse que nous venons de tracer dans cette démonstration, ne se réalisera pas sous sa forme actuelle, dans la constitution atmosphérique actuelle, et avec nos procédés si grossiers et nos instruments si bornés de nos laboratoires; et nos classifications se maintiendront, tant que se maintiendra la constitution atmosphérique; mais il est évident aussi qu'elles ne datent que du moment où notre globe s'est constitué tel qu'il est.

Si la matière est une, et qu'elle ne contienne à nos yeux les innombrables différences qui caractérisent les innombrables corps dont nous sommes entourés, qu'en ce que le même calorique chez les uns s'est entouré de plus ou de moins de couches isolantes que chez les autres; que ces différences caractéristiques se soient produites à l'instant même de cette constitution; et près comme dans un coup de feu de nos canons, les molécules du même métal se partagent la chaleur en raison inverse de la distance du foyer; et la durée de cette répartition de la chaleur est en raison de la différence de température du métal et de l'atmosphère ambiante. Cette répartition de nos classifications, fondée sur l'état

actuel de notre constitution atmosphérique, sera aussi en raison de l'atmosphère immense qui enveloppe notre petit point terrestre.

## § II. Effets physiques de la distribution de la chaleur autour des atomes.

4526. La chaleur remplit l'espace : océan immense dans lequel les globes et les atomes se meuvent; éther impondérable à nos balances qui ne pèsent que ce qui gravite vers notre globe, et ne sauraient mesurer ce qui ne gravite nulle part; fluide générateur de tous les fluides, et par conséquent dont la répartition invisible suit les mêmes lois qui régissent les fluides visibles, c'est-à-dire qui tend à l'équilibre, et, par l'équilibre, au repos.

4527. Supposons deux atomes, dont l'un A (pl. 20, fig. 20) soit enveloppé de trois couches isolantes de calorique, et l'autre d'une seule. Le calorique de l'atome A tendra à se mettre en équilibre avec le calorique de l'atome B, à se distribuer entre les deux, de manière que les deux atomes soient tenus à une égale distance, et des limites de l'espace qui les emprisonne, et du point de contact de leurs deux atmosphères. Le calorique de l'atome A se distribuera donc autour de l'atmosphère de calorique de l'atome B. Si ces deux atomes se trouvaient libres dans l'espace, et que leurs mouvements pussent être sensibles à la vue, on remarquerait l'atome B tournant et sur lui-même et autour de l'axe de la sphère de l'atome A, déroulant, à son profit, à chaque révolution, pour ainsi dire, une bande extérieure de la couche de celui-ci; jusqu'à ce que l'un n'ayant plus aucune quantité à céder ni l'autre à recevoir, les deux atomes égaux en volume ou enveloppés chacun de deux couches d'égale volume et tenus à une égale distance, se trouvassent condamnés à un repos éternel, s'il ne surgissait pas d'ailleurs une nouvelle cause de mouvement. Mais que tout à coup un troisième atome C (fig. 21, pl. 20) enveloppé de cinq couches de calorique arrive au contact des deux sphères en repos, l'équilibre tendant à s'établir de nouveau entre les trois atomes, les deux atomes A et B se mettront en mouvement, autour de l'axe de la plus grande sphère C, s'enveloppant d'une couche de calorique de plus chacun, jusqu'à ce que les trois atomes A, B et C aient tous une enveloppe de trois couches isolantes; à cet instant, équilibre, repos et égalité de distance; les trois lignes qui joindront les centres des trois sphères formant un triangle équilatéral. Ce repos fera de nouveau place au mouvement,

si ce système de trois se trouve à la rencontre d'un atome enveloppé d'un plus grand nombre de couches enveloppantes; dès ce moment il tournera dans l'orbite de cet atome, de ce monde nouveau venu, et ainsi de suite à l'infini.

4528. Le corps le plus riche en couches de calorifique, c'est-à-dire le plus chaud, entrainera de la sorte dans son orbite le corps le moins chaud. Telle est la traduction de l'hypothèse en langage classique. Or que les corps inégalement chauffés s'attirent mutuellement, l'expérience suivante le démontrera d'une manière péremptoire. Soit une aiguille de paille (105) suspendue par un fil de cocon à la voûte d'une cloche de verre; si à chaque extrémité on insère une épingle à insecte, c'est-à-dire une épingle en laiton très-légère, la tête en dehors, de manière que l'aiguille de paille soit tenue parfaitement horizontale, si ensuite, lorsque l'aiguille est au repos, on approche de la tête de l'une des épingles, un corps en ignition, l'extrémité d'une tige de fer rougie au feu, on verra bientôt l'extrémité de l'aiguille s'avancer vers l'extrémité de la tige de fer, et si l'on recule celle-ci à mesure que l'autre avance, on pourra faire parcourir, à l'extrémité de l'aiguille de paille, aussi longtemps la circonférence de la cloche, que l'intensité de la chaleur se maintiendra dans la tige de fer. Si, pendant que l'aiguille obéit au mouvement qu'on lui aura ainsi imprimé, on passe l'extrémité de la tige de fer rougie de l'autre côté de la tête d'épingle, en la suivant de près sans la toucher, on remarquera bientôt un ralentissement notable dans la marche de l'aiguille; et, au bout de quelques secondes, on verra la tête d'épingle rebrousser chemin, pour se diriger de nouveau vers l'extrémité de la tige; et alors on n'aura qu'à faire rebrousser chemin à l'extrémité de la tige, pour attirer l'aiguille dans ce sens. On pourra de cette manière faire changer plusieurs fois de direction à l'aiguille, et se convaincre qu'elle obéit non à des courants d'air déterminés par la présence du fer chaud, mais bien à une attraction spéciale à la chaleur elle-même. Que si la masse de fer rougie est assez considérable pour vaincre la résistance du contre-poids de l'aiguille en plaçant l'extrémité de la tige sous l'aiguille, on verra celle-ci s'abaisser d'une manière sensible, pour s'approcher de la tige.

4529. Ces mouvements seraient plus rapides, si l'aiguille se composait d'aiguilles d'acier même non aimantées; mais nous avons voulu éviter tout ce qui pourrait présenter la moindre analo-

gie avec les phénomènes spectraux à l'occasion de la théorie de l'aimantation.

4530. Si vous placez, près d'une sphère rouge au feu, une sphère aussi petite que possible de métal quelconque, suspendue à un fil ou maintenue sur un pivot, et que vous mettiez en mouvement la grande sphère, vous verrez pivoter la petite dans le sens opposé.

4531. Il est évident que, si vous remplissez une tige de fer rougie au feu, par une ligne de fer, et que vous veniez à procéder comme ci-dessus (4528), l'aiguille suivrait les mouvements de la tige de fer, comme elle a suivi les mouvements de la tige de fer rougie au feu. Car dans ces deux cas c'est toujours l'aiguille qui est mobile, et non la tige; et dans l'un elle joue le rôle de corps froid, et dans l'autre celui de corps chaud.

4532. On pourra se faire une idée, aussi pittoresque encore de la manière par laquelle une sphère liquide attire à elle et enveloppe de ses couches les corps ambiants; on n'aura qu'à observer une gouttelette d'eau jetée sur la poussière, on verra tout à coup les molécules poudreuses s'attacher à la surface de la sphère, et s'avancer, en tapissant sa surface, et en suivant l'orbite de la sphère. Le centre de la sphère principale est alors pour ainsi dire le centre d'un système planétaire commençant.

4533. Cette observation ne doit être acceptée que comme une image fort grossière et fort imparfaite du phénomène, à cause des milliers de perturbations qui s'opposent à sa régularité.

4534. Tant que l'atome A s'enveloppe des couches isolantes de l'atome B, il se rapproche de ce dernier; mais si, après que le partage sera achevé, il leur arrive à tous les deux d'être de la même source, une nouvelle quantité de chaleur, qui se répande par égale part autour des deux, ils sembleront s'éloigner et se repousser mutuellement, en agrandissant respectivement leur sphère enveloppante, et en augmentant l'épaisseur qui les sépare l'un de l'autre. Que si un troisième corps vient les dépouiller, à son profit, une quantité quelconque de la couche qui les enveloppe, ils paraîtront nécessairement se rapprocher et s'attirer mutuellement.

4535. Toute couche isolante s'arrange et se dispose autour d'un atome; mais comme elle est élastique, elle a la propriété de se mouler, pour ainsi dire, sur les limites des capacités qui l'empêchent de s'étendre, et la compriment, tant que le volume de



gal au sien ; mais dès que l'espace devient trop étroit , la compression sphère isolante d'une quantité de e à la différence des deux volumes ; s superflues s'échappent au dehors , rtir sur les corps ambiants , qui se ant. La compression a dégagé ainsi Mais si la compression s'exerce sur à la fois , les atomes ainsi dépouillés ont de toute la quantité qu'ils auront : rapprochement sera indéfini si la est indéfinie ; la substance totale se se condensera alors indéfiniment. du marteau ( le choc n'est qu'une ressions subites ), la lame de cuivre orique et rapproche ses molécules. indéfiniment de densité, et diminue de volume , en se *refroidissant* \*).

onçoit de la sorte que les nombres, ous désignons les rapports de pe- corps de la nature , que leur densité, ne sauraient être considérés que ression de la circonstance dans rps s'est trouvé placé pendant l'ex- ion comme un caractère invariable- à la constitution spécifique de chacun nçoit que le cuivre battu pendant re, toutes choses égales d'ailleurs , ité bien moins grande que le même cuivre battu pendant une heure ; oit aussi qu'à la longue, le cuivre irait sa pesanteur spécifique , aux tmosphère dont il serait enveloppé. es qu'on remarque entre les résultats les divers auteurs, sur la densité nre de corps , ne proviennent pas océdé expérimental et des circon- oires de la manipulation ; et il n'est nature deux fragments du même sèdent exactement la même pesan-

ssion de se *refroidir* appliquée à un corps qui hauffer, paraîtra contradictoire au premier goureuse, dès qu'on s'est fait une idée exacte

teur spécifique , s'ils proviennent surtout de deux localités différentes. Les gaz eux-mêmes et les vapeurs présenteront , sous ce rapport , des différences énormes , selon que l'observation aura duré plus ou moins longtemps , et que les variations de la température auront été plus brusques et plus fréquentes , ce qui peut avoir lieu à l'insu de l'observateur.

4537. En conséquence , la densité d'un corps quelconque sera en raison inverse du nombre de couches de même volume dont s'envelopperont ses atomes , le même corps pouvant prendre successivement la densité de tous les autres corps connus , en augmentant successivement le nombre de ses couches , et il passera de l'état solide à l'état liquide , de l'état liquide à l'état de vapeurs , à mesure qu'il acquerra assez de couches enveloppantes pour apparaître , à nos moyens actuels d'observation , sous ces deux dernières formes ; dans tous ces cas , les atomes se trouvant distants entre eux d'un espace égal au diamètre de leur sphère enveloppante , c'est-à-dire d'un espace égal à la racine cubique de deux fois le volume de la sphère. Le volume de la sphère sera donc en raison inverse de la pesanteur donnée par l'expérience. En supposant , par exemple , que le poids de l'hydrogène soit 1, et celui du platine 234,676, le volume de la couche isolante de l'atome d'hydrogène sera 234,676, le volume de la couche isolante de l'atome du platine étant 1. Les atomes d'hydrogène , dans une masse d'hydrogène , seront donc distants entre eux d'un espace égal à  $\sqrt[3]{469,3523} = 77$  environ , et les atomes d'une masse de platine seront distants entre eux d'un espace égal à  $\sqrt[3]{13}$ . Le tableau suivant rendra plus saillants ces rapports de densité et de volume , entre les atomes d'un certain nombre de corps simples, en adoptant pour base du calcul les chiffres classiques de leur pesanteur spécifique.

du principe ; nous y reviendrons, au sujet des impressions perçues par nos sens.

si ce système de trois se trouve à la rencontre d'un atome enveloppé d'un plus grand nombre de couches enveloppantes; des que l'atome tournera dans l'orbite de cet atome, il trouvera un monde nouveau venu, et ainsi d'autres.

4228. Le corps le plus riche en cou-

rique, c'est-à-dire le plus chaud

la sorte dans son orbite le corps

Telle est la traduction de l'histoire

classique. Or que les corps

s'attirent mutuellement, l'ex

démontrera d'une manière

ailleur de pa lie (145), au

cocon à la voute d'une ch

que extrémité ou insér

c'est-à-dire une épingle

tête en dehors, de m

soit tenue parfaite

lorsque l'ailleur ca

tête de l'une des

l'extrémité d'un

verra bientôt l'e

vers l'extrémité

celle-ci à mes

faire parcou

paillé, sans

che, que l

dans la te

ou mou

passer l'e

côté de

sans la

classen

au bo

d'épi

nouv

n'an

de l

poi

fo

qu

est

a

ce

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

a

VOLUME  
DE LA SÉRIE  
DE CHIMIE  
QUI ENVELOPPE  
L'ATOME

EST  
DE  
LA  
SÉRIE  
QUI ENVELOPPE  
L'ATOME

934 676

16 444

16 164

16 432

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

16 133

460.8

35.5

52.2

92.8

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

13.5

égal à 1 seulement ; ou 225,490 ou 174,139 atomes de mercure ; ou 8 de fer ; ou 11,185 atomes d'eau , d'oxygène ; ou 14 atomes d'azote. à concevoir de la même manière l'hydrogène acquit la liquidité de fait que son atome se dépouillât de ses couches de calorique , et per- u volume de sa sphère enveloppante. ions avoir à notre disposition un isser la température ambiante du l'hydrogène , à un degré capable de ie aussi grande masse de calorique à compression nous permet de réaliser ie, ainsi que le contact prolongé d'un he isolante moins volumineuse. Dans is, nous expulsions le calorique ; dans alorique se répartit , en vertu des lois , et l'hydrogène s'en dépouille au pro- s avec lesquels il se trouve en contact.

*rie pondérale des combinaisons chimiques.*

atomes étant tous égaux en poids et dans une combinaison quelconque , de leur nombre seront indiqués par de poids. Si , par exemple , l'analyse e , dans une combinaison binaire 18, l'un des deux éléments rentre l'autre pour 12,48 , le nombre d'a- mier sera au nombre d'atomes du 0 : 12,48 ; ou bien , en simplifiant les 8 : 1. Dans la composition de l'eau , es rapports , le nombre des atomes t donc 8, pour 1 atome d'hydrogène. ombre des atomes déterminé , cher- is représenter la disposition qu'ils ter , pour se grouper en une com- ble et régulière. La combinaison résultat définitif de l'échange des alorique , entre deux ou plusieurs mes qui , auparavant , étaient enve- rères isolantes d'inégal diamètre ; la est dès lors synonyme de l'équilibre Mais nous avons vu , et cela doit pa- nt au simple énoncé , que le méca- échange de calorique s'opère à la mouvements planétaires , l'atome le couches isolantes faisant mouvoir, m centre , les atomes qui s'enrichis- pens , et le dépouillent pour arriver égalité. C'est donc le plus riche qui centre de la combinaison , pendant,

et par conséquent après ; les autres tournant au- tour de lui comme tout autant de satellites , jus- qu'au repos parfait , qui les surprendra tous dans la même disposition ; car le repos n'est ni une transformation ni un changement de disposition. Toutes les fois donc que le calcul m'aura amené à trouver que telle combinaison offre , dans le nombre des atomes , le rapport de 1 :  $x$  , l'atome unique devra être admis comme étant placé au centre , et les atomes  $x$  comme étant rangés au- tour de lui.

4542. Appliquons ce résultat théorique à la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène en eau. Nous avons vu (4537) que , toutes choses égales d'ailleurs , l'atome d'hydrogène est enve- loppé d'une couche isolante d'un volume égal à 254,676 , tandis que l'atome de l'oxygène n'est enveloppé que d'une couche isolante d'un volume égal à 14,630 ; que le volume de la sphère du premier est au volume de la sphère du second , dans le rapport de 16 à 1. Lorsque les deux gaz seront mêlés ensemble , c'est l'atome d'hydrogène qui attirera les atomes d'oxygène , qui sera le centre planétaire , dont les atomes d'oxygène seront les satellites (4527) ; le nombre de ceux-ci me sera fourni par l'expérience pondérale , qui l'élève à 8 ; c'est-à-dire que le repos est arrivé , que l'équilibre s'est trouvé rétabli , que la com- binaison enfin a été parachevée , quand l'atome d'hydrogène a eu cédé , aux atomes d'oxygène , assez de couches enveloppantes par égale part , pour que 8 de ces derniers se rangent autour du sien. Dans ce cas , la molécule aqueuse , si notre vue était assez subtile pour aborder un infiniment petit , la molécule aqueuse se présenterait avec la structure cristallographique de la fig. 22 , pl. 20. Ou bien , il pourrait se faire qu'en vertu des lois de l'équilibre , les 8 atomes d'oxygène jouissent de la propriété de dépouiller l'hydrogène de toutes les couches isolantes , qu'ils pourraient s'approprier jusqu'à parfaite égalité entre eux , jusqu'à ce qu'ils arrivassent au contact les uns des autres , et , dans ce cas , la forme cristallographique de la molécule composée serait celle de la fig. 23 , pl. 20 ; ou l'atome d'hydrogène serait tenu emprisonné , dans l'espace compris entre 8 atomes d'égale vo- lume , et se touchant entre eux par trois points équidistants de leur surface.

4543. Dans ce cas , la combinaison des deux ordres d'atomes ne serait durable , qu'autant qu'un troisième corps ne s'introduirait pas dans le mélange ; car alors la nécessité d'une nouvelle répartition de calorique ne manquerait pas de

troubler cet équilibre, de déranger cet appareil, et de produire des combinaisons nouvelles.

4344. Il n'en serait plus de même, si le calorifique, au lieu de se répartir ainsi, venait, par une cause quelconque, non-seulement envelopper chaque atome de ce mélange, mais encore tout le système lui-même, en se répandant autour de la molécule, comme autour d'un atome seul. La molécule jouerait, dès lors, par rapport à toutes les substances qui désormais seraient dans le cas d'arriver à son contact, le rôle d'un atome simple. L'hydrogène et ses 8 atomes d'oxygène seraient, dès ce moment, transformés en molécule susceptible de devenir liquide, en molécule d'eau.

4545. La compression produit ce rapprochement intime ; la blquette électrique aussi , qui ne procède en ce cas que par l'effet de la compression et de la violence du choc. La compression rapproche entre eux les éléments de ce système planétaire ; elle force à la vérité une quantité de couches enveloppantes à s'échapper au dehors ; mais elle amène la portion qui reste , à se distribuer en atmosphère générale , autour de chaque système de même nom , et à donner à chaque molécule les habitudes d'un atome simple , pour se comporter avec les molécules d'un autre ordre de substances et pour former des combinaisons du second ordre , de la manière dont les atomes de nom contraire se comportent entre eux , pour former des molécules du premier ordre.

4546. OXYDES ET ACIDES. — Que l'on soumette à l'action de l'air, une masse de plomb liquéfiée par le feu; on en verra bientôt la superficie jaunir, devenir pulvérulente, il se produira une combinaison de plomb et d'oxygène, un oxyde de plomb. L'oxygène, dans la formation de cette combinaison, doit fournir l'atome central; car la sphère de calorique qui l'enveloppe a un volume de 14,635, le volume de l'atome de plomb à la même température n'étant que 1,84; et la quantité dont l'augmente la chaleur artificielle, augmentant proportionnellement le volume de l'atome d'oxygène ambiant. Les atomes de plomb se rangeront donc comme tout autant de satellites autour de l'atome central d'oxygène; à la faveur de la constance artificielle de la température ambiante, l'atome central pourra communiquer, aux atomes satellites, une quantité de ses couches de calorique telle, qu'il s'établisse entre eux tous une parfaite égalité de volume; et lorsque le refroidissement viendra surprendre ce système, et enlever une quantité égale de calorique à tous ses éléments, il se trou-

vera que l'atome d'oxygène sera en-  
douze atomes de plomb, nombre de  
peuvent se ranger autour d'une  
d'égal diamètre, comme on le voit  
pl. 20, qui représente une calotte  
L'expérience de nos laboratoires  
pour les rapports de l'oxyde de plomb,  
gène et 1294.403 de plomb, en retran-  
dernier nombre 94,498, pour les raisons  
expliquerons ci-dessous, nous aurons  
de plomb, pour 1 atome d'oxygène,  
vera au centre du système.

4547. Il en est tout autrement à l'égard de l'oxygène qui fournit les satellites du corps l'atome central. En effet, en calcul de la théorie pondérale (4548) carbonique, qui, d'après les analyses exactes, paraît se composer en poids, de carbone et de 200 d'oxygène, ou en rapport :: 1 de carbone : 25 d'oxygène, le système affecterait donc la forme de pl. 20.

4548 En conséquence, dans les acides occuperait la circonférence du système les oxydes, au contraire, le centre.

4549. Mais il est une circonstance capable de masquer la simplicité de ce et qui pourtant n'en sera que la confirmation ; elle a été totalement négligée par les auteurs de la théorie atomistique, qui tant il soit impossible de faire la chimie, sans être forcé d'en apprécier la teneur, je veux parler de la dissolution radical, dans une combinaison acide et par conséquent dans sa propre eau avec l'oxygène. Nous savons en effet, par exemple, que l'acide sulfurique peut dissoudre le chlore, etc. ; que l'acide hydrochlorique, l'acide nitrique peuvent dissoudre des quantités appréciables de soufre. Pourquoi se refuser à admettre que l'acide sulfurique puisse dissoudre une certaine quantité de soufre ? Si ce n'est évident que la dissolution prendra des proportions différentes, en raison des proportions du mélange ; et si, sans tenir compte du mode selon lequel le soufre surajouté à la solution, nous cherchons à évaluer les quantités respectives de soufre et d'oxygène qui la forment, nous serons en mesure d'ajouter autant d'acides divers de même radical qu'il y aura de quantité de soufre en dissolution sera déductible. Aussi sous ce rapport, le soufre est un acide ayant le soufre pour radical.

le chiffre auquel on s'est arrêté n'étant sur des points de repos purement arbitraires, nous sommes autorisé à croire même impossible d'obtenir l'acide sulfurique fleur de soufre en dissolution.

En effet, exposez au feu, dans un matras plein d'acide sulfurique le plus pur, un peu de soufre; celui-ci fondra d'abord sans se mêler à l'acide; il deviendra rouge rose, en formant une lentille biconvexe qui à peine le fond du matras, et analogue à une lentille transparente de grenat; l'acide des vapeurs sulfureuses et suffocantes, l'on faisait fondre le soufre tout seul. Au refroidissement la lentille se prendra en une forme cylindrique très-large, en une espèce de verre rement concavo-convexe et de couleur brune; observera alors des gouttelettes de soufre qui sortent au goulot, en petites lentilles liquides comme la tourmaline, offrant dans leur forme comme des espèces de croix, par la réaction, et qui se solidifieront par le refroidissement. L'acide refroidi paraîtra laiteux; examiné au microscope, il offrira des myriades de globules de soufre tenus en suspension, d'environ un millième de millimètre, et vous virez cet océan comme tout autant d'animalcules (4550). Ainsi que tous les globules tenus en suspension, ces myriades de globules de soufre ne précipitent pas; une goutte d'eau distillée, versée dans le matras, accélère cette précipitation; la goutte d'eau distillée diminue la quantité de l'acide.

Vous observerez que tant qu'a duré l'élevage à la température, l'acide était resté transparent; par conséquent toute la quantité de soufre n'en est précipitée, par le refroidissement; trouvait en dissolution parfaite; la quantité de soufre s'est précipitée sous forme globulaire; on voit donc que la quantité que l'acide ne saurait dissoudre à la température est non pas toute la quantité que l'acide est en dissolution; en sorte que, si on abaisse la température, on obtiendrait encore de nouvelles quantités de précipité; est évident. Si, en ramenant la température au point de fusion, à la température ordinaire, obtenons un départ toujours croissant de soufre, il est évident qu'en abaissant la température ambiante au-dessous du degré de la température ordinaire, nous devons voir se continuer nos yeux cette progression. Donc, à la température ordinaire, l'acide sulfurique re-

tient du soufre en dissolution, car en se formant il s'est trouvé en contact avec des quantités assez considérables de soufre à une température élevée; donc nous pouvons le considérer comme un mélange d'acide sulfurique radical et d'une quantité variable de soufre non combiné avec l'oxygène; quantité qui sera dans le cas de prêter au mélange des caractères très-variables et capables de se ranger, au catalogue de la nomenclature, sous des noms divers.

4552. Nous pourrions donc considérer l'acide (4548) sulfurique radical comme composé, ainsi que l'acide carbonique, de 1 atome de soufre central et de 3 atomes d'oxygène, rangés autour de lui en qualité de satellites. Dès ce moment l'acide sulfurique de nos laboratoires équivaudra à l'acide sulfurique radical, tenant en dissolution 1 atome de soufre; l'acide sulfureux, à l'acide sulfurique radical, tenant en dissolution 2 atomes de soufre; l'acide hyposulfureux, à l'acide sulfurique radical tenant en dissolution 5 atomes de soufre; l'acide hyposulfurique, acide très-indécis et très-variable, étant un des mille intermédiaires entre l'acide sulfurique du laboratoire et l'acide sulfureux.

4553. Tous les autres acides d'une autre dénomination peuvent évidemment être ramenés à la même simplicité, par suite de cette considération.

4554. Il en est de même des divers oxydes de même radical, dont le nombre n'est, on le sait, rien moins qu'arrêté au catalogue. L'oxyde devenu liquide doit nécessairement dissoudre le radical devenu liquide à son tour; car il est de la nature de deux liquides de se dissoudre réciproquement; l'oxyde de plomb, soumis à une température assez élevée pour entrer en fusion, hors du contact de l'air, dissoudra donc une certaine quantité de plomb qu'il trouvera en fusion; la masse qui en résultera présentera et aux réactions, et à l'analyse chimique, des caractères distinctifs qui ne seront pourtant que le résultat des quantités respectives du dissolvant et de la portion dissoute; nous aurons de la sorte au catalogue plusieurs oxydes de plomb, plusieurs oxydes de fer, etc.

4555. Si maintenant nous reportons notre esprit sur l'identité pondérale des atomes de tous les corps de la nature, nous pourrions concevoir que les acides et les oxydes ne diffèrent respectivement entre eux que par le nombre d'atomes d'oxygène qui envelopperont l'atome central, dans le premier cas, et par le nombre d'atomes, dont l'atome d'oxygène central sera enveloppé,



dans le second cas. En désignant donc par  $O$  l'atome d'oxygène, et par  $\beta$  l'atome de tout autre corps, nous aurons une série de combinaisons indéfinies d'oxydes et d'acides, selon que  $O$  sera enveloppé par 2, 3, 4, 5, etc. etc.  $\beta$ ; ou que  $\beta$  sera enveloppé par 2, 3, 4, 5, etc.  $O$ ; en sorte qu'avec deux ordres seuls d'atomes, c'est-à-dire qu'avec deux atomes revêtus de deux couches d'inégales épaisseurs de calorique, nous arriverons à concevoir que puissent se réaliser toutes les combinaisons que les catalogues chimiques étalent à nos yeux. Pour simplifier la formule, et pour que l'innovation contraste moins avec les formes du langage reçu, nous remplacerons le signe  $\beta$ , par les signes adoptés en chimie pour désigner les corps supposés simples, en ayant soin de placer, en tête de la formule, le signe de

l'atome co-  
gues des al-  
carbonique  
sont centra-  
gène. Le si-  
tité du radi-  
tenir en d  
d'après ce  
analytiques  
la théorie  
page 181 de  
y renvoyon  
les que no-  
dérêts que e  
résultats a  
que constan-  
classiques.

## 4556. FORMULES PONDÉRALE

## ACIDES.

$C\ 3O$ =acide carbonique.	$O\ 3$
$C\ 3O+C$ =oxyde de carbone.	$O\ 1$
$S\ 3O$ =acide sulfurique radical.	$O\ 3$
$S\ 3O+S$ =acide sulfurique ordinaire.	$O\ 3$
$S\ 3O+2S$ =acide sulfureux.	$O\ 5$
$S\ 3O+5S$ =acide hyposulfureux.	$O\ 5$
$P\ 3O$ =acide phosphorique radical.	$O\ 4$
$P\ 3O+2P$ =acide phosphorique de labora- toire.	$O\ 4$ $O\ 3$
$P\ 3O+3P$ =acide phosphoreux.	$O\ 3Co+$
$P\ 3O+4P$ =acide hypophosphoreux.	$O\ 4$
$N\ 3O$ =acide nitrique.	$O\ 4$
$N\ 3O+N$ =acide nitreux.	$O\ 2$
$Cl\ 3O+Cl$ =acide chlorique.	$O\ 4$
$As\ 3O+3As$ =acide arsénique.	$O\ 7$
$As\ 3O+10As$ =acide arsénieux.	$O\ 7$
$B\ 3O$ =acide borique.	$O\ 6$
$I\ 3O+14I$ =acide iodique.	$O\ 8$
$Mn\ 3O+2Mn$ =acide manganésique.	$O\ 8$ $O\ 8$ $O\ 12$
	$O\ 13Pb+I$
	$O\ 12Ag+I$
	$O\ 24B$

4557. La conséquence chimique qui découle immédiatement des formules précédentes, c'est que, lorsque l'acide s'unit à l'oxyde, la disposition des radicaux et des bases est telle que le radical de l'acide se trouve en présence et en contact avec l'oxygène central de l'oxyde, et que les

atomes rad-  
avec les at-  
les atomes  
en contact  
Ce qui rend  
comprend

sorte que la molécule d'acide et la mo-  
oxyde jouent le rôle de deux éléments  
contraire de la pile, puisqu'elles ne peu-  
rapprocher que par leurs atomes de nom-  
s. Les figures 25 et 26 rendront ces rap-  
aphiques, la figure 25 étant le tracé de la

formule de l'acide carbonique, et la figure 26 ce  
lui de la formule de l'oxyde de calcium ou chaux.

4558. Passons aux formules de quelques autres  
combinaisons binaires obtenues par suite des  
applications de la théorie pondérale. Nous allons  
les réunir sur la table suivante.

## COMBINAISONS BINAIRES DE L'HYDROGÈNE ET DU SOUFRE.

## HYDROGÈNE.

$H\ 8O$  = eau.

$H\ 5N$  = ammoniaque.

$36Cl\ (*)$  = acide hydrochlorique.

$H\ 3C$  = hydrogène carboné.

$H\ 6C$  = hydrogène bicarboné.

## SOUFRE.

$S\ 3Fe$  = sulfure de fer radical.

$+10Fe$  = sous-sulfure de fer.

$3Fe+S$  = sulfure ferreux.

$Fe+2S$  = bisulfure de fer.

$S\ 4Cu$  = sulfure de cuivre.

$1Cu+S$  = sulfure cuivrique.

$2u+2S$  = bisulfure de cuivre.

$2u+1-9S$  = persulfure de cuivre.

$2u+Cu$  = sous-sulfure de cuivre

$S\ 4Mn+S$  = sulfure manganoux.

$S\ 4Sn$  = sulfure stanneux.

$S\ 4Sn+S$  = bisulfure d'étain.

$S\ 6Pb$  = sulfure de plomb.

$S\ 6Ag$  = sulfure d'argent.

$S\ 6Pt$  = sulfure de platine.

$S\ 6Pt+S$  = bisulfure de platine.

$S\ 6Hg$  = sulfure de mercure.

$S\ 6Hg+Hg$  = sous-sulfure de mercure.

On voit, par ce petit nombre d'exemples,  
les sulfures l'atome de soufre occupe  
de l'oxygène dans les oxydes; et que  
de l'hydrogène occupe, dans tous ses  
s binaires, la même place que dans  
u'il est toujours le centre d'un système  
que. L'espace nous manque pour pousser  
la liste de ces curieux rapprochements.

IV. *Dissolution et solution.*

Admettons qu'une masse liquide se trouve  
dans une atmosphère, qui n'ait plus à  
er ou à lui céder du calorique; le plus  
repos régnera dans les molécules de  
e liquide; elles seront toutes dans un  
qui ne permettra pas le moindre dépla-  
une fois que la pesanteur de l'atmo-  
ura passé le niveau à la surface; mais  
à coup il survienne, dans un point quel-  
de l'atmosphère ambiante, une somme  
que de nouvelles couches isolantes, la  
liquide la plus voisine de ce point com-  
à soustraire, à son profit, les couches

nombre indique suffisamment que la composition  
e l'acide hydrochlorique est fautive.

isolantes de surcroît, et à se mettre en mouve-  
ment sur son axe, à déplacer les molécules am-  
biantes en augmentant de diamètre, à les mettre  
à leur tour en mouvement, en leur cédant par  
un point les couches de calorique qu'elle reçoit  
par un autre; et si la source de calorique ne  
s'épuise pas, il arrivera que le mouvement se  
communiquant de proche en proche, il s'établira,  
dans la masse liquide, des déplacements continus  
qui formeront des courants ascendants et des-  
cendants d'après les lois des résultantes. Si la cha-  
leur arrivait à la molécule centrale par un fil isolé,  
cette molécule deviendrait, pour ainsi dire, le  
soleil dont toutes les autres seraient les planètes,  
avec un nombre variable de satellites.

4561. Dans l'état actuel de notre constitution  
atmosphérique, il est physiquement impossible  
de réaliser une condition qui permette au liquide  
le repos absolu, dont nous avons parlé dans le  
premier membre de l'alinéa qui précède; car il  
est impossible de la placer, de manière qu'elle ne  
reçoive pas du calorique d'un côté pour en cé-  
der de l'autre, la lumière ne pouvant arriver  
sur elle que par un point de sa surface, et non  
par tous à la fois. Toute masse gazeuse ou liquide,  
dans l'état actuel de l'atmosphère, est donc  
dans un mouvement continu, variable et indé-

... qui  
... possé-  
... de couches  
... de cou-  
... à l'hypothèse  
... avec un de ces  
... être susceptibles  
... liquide, immédiate-  
... solides, com-  
... isolantes à celles-ci,  
... sur son axe, les entraî-  
... également  
... sur leur axe, et cela  
... centrale et les molécules  
... toutes un volume égal. A  
... système équilibré se trouvait  
... point ainsi dans la masse liquide;  
... se trouve en contact avec  
... riches d'un volume de  
... pas encore rencontré l'occasion  
... le système va donc se mouvoir  
... autour de l'une quelconque de ces  
... comme les molécules solides  
... en mouvement autour de la molé-  
... la molécule équilibrée s'enveloppera  
... de la molécule  
... jusqu'à ce que les deux soient arrivées à  
... égal; et si, comme cela doit être, la  
... n'est pas unique, la molécule  
... le soleil, le centre de mouve-  
... de molécules équilibrées que sa  
... pourra en admettre; et ce système ter-  
... à son tour au repos de l'équilibre,  
... les molécules satellites auront acquis un  
... égal entre elles, et dont la  
... au volume de calorique de la  
... centrale. Dès ce moment, le système  
... deviendra le satellite d'une nouvelle  
... jusqu'à ce que  
... la calorifica-  
... versé, la  
... sera complète, et le liquide  
... son repos.

4565. Si les molécules en  
quantité indéfinie, il arrivera  
un stage calorifique qui prendra  
de la solidification, la masse  
espèce de cristallisation, dont  
formeront une *matière intégrante*,  
la molécule  
perdu la

imprimait le caractère liquide. Ce  
réalise par la pression qu'exerce  
sur les couches inférieures des  
mer; les molécules de celle-ci se  
ment rapprochées, tellement dé-  
ches enveloppantes, qu'elles acqui-  
la densité, et, pour ainsi dire,  
du granit.

4564. Une circonstance méca-  
nisme que chacun aura pu se  
tout à fait dans le domaine de la  
dente. Jamais la dissolution n'est  
lorsqu'on imprime au liquide un  
rotation; jamais elle n'est plus  
un vase sphérique ou cylindrique  
occupe les angles internes des va-  
laires échappant beaucoup plus  
toute autre portion, à la reparti-  
qui se fait entre les molécules  
molécules solides.

#### § V. Évaporation et gas

4565. La molécule solide devien-  
les fois qu'elles s'enrichit de conc-  
lui communiquent un volume pl-  
impriment la faculté du mouvem-  
cria seul qu'elle peut alors ceder  
qu'elle reçoit de l'autre. Si cet a-  
les de calorique continue à lui  
mètre s'accroît d'autant, et d'une  
finie; elle devient plus volumi-  
variable, dès qu'elle est invisib-  
prend le nom de vapeur. L'atome  
peur, ne diffère de l'atome à  
que par le diamètre de la sphé-  
qui l'enveloppe et l'atome de son  
comme cet accroissement de vo-  
indéfini, il s'ensuit que la vapor-  
de forme possible, et que la quant-  
de bornes que dans la  
de trouver des vases  
à une certaine température, les  
de se liquéifier et

... de la vapeur  
...  
...  
...  
...

nt. Les gaz conservent leurs formes de va- plus longtemps que les vapeurs propre- dites , parce que le volume des couches ites qui enveloppe chacun de leurs atomes sez grand pour n'être pas trop modifié par tact des molécules atmosphériques , et pour ir se mettre en équilibre avec elles, sans ndre au diamètre qui caractérise les molé- liquides. Chez les vapeurs , l'atome n'est illement enrichi de couches enveloppantes es puissent conserver le diamètre qui les ient à l'état de vapeur ; dès que la source ielle de calorique vient à tarir , il doit se e en équilibre avec les atomes des couches ntes de l'atmosphère. Chaque afflux de ca- ie qui fait monter le liquide thermométrique legré centigrade, apporte à l'atome de gaz e vapeur une couche isolante équivalant 0575 du volume de la couche isolante qui loppait auparavant.

8. La vapeur est ramenée plus vite à l'état e que le gaz ; leur différence est dans la ; mais si l'on soustrait à l'une et à l'autre uantité suffisante de couches isolantes, soit contact d'un corps solide et froid, soit par ipression , on les ramène à l'état liquide , ue leurs atomes n'ont plus, en couches lorique , que le volume d'une molécule e.

9. Il n'est pas de corps dans la nature qui isse passer par tous ces états, de l'état so- l'état liquide, de l'état liquide à l'état de rs, et de l'état de vapeurs à l'état de gaz. linction que nous avons établie entre les fixes et les corps volatils n'est qu'une dis- m conventionnelle et par rapport à nos is de manipulation ; les corps fixes sont rps que nous ne saurions rendre volatils volatilisant les vases destinés à recueillir vapeurs ; mais leurs vapeurs se produisent nent à certaines températures dans nos aux ; là, le plomb, le fer, la silice, et les les plus fixes , passent à l'état de vapeurs, t se sublimer à des distances assez considé-

## § VI. Cristallisation.

1. La cristallisation diffère de la solidifica- celle-ci a lieu, quand toute la masse se soli- la fois, l'autre quand une portion seule se e dans un liquide. La cristallisation est une cation qui a pour atmosphère un liquide ; dification est une cristallisation qui a pour

atmosphère l'air. La solidification est l'état de la substance qui se prend en masse ; la cristallisation n'est qu'une solidification partielle. Dans la soli- dification , les molécules sont surprises , pour ainsi dire, dans leur mouvement de rotation uni- verselle ; on les trouve rangées en emboîtements concentriques , comme les organes. Dans la cris- tallisation, les molécules se disposent, pour ainsi dire, bout à bout, et en rameaux qui se prolon- gent, s'écartent, se multiplient, en vertu des cir- constances variables à l'infini d'une même et uni- que cause , qu'il nous sera facile maintenant d'évaluer.

4571. Nous avons dit que le liquide enfermé dans un vase n'est pas enveloppé d'un milieu tel- lement uniformément enrichi de calorique, que l'échange entre le contenu et le contenant se fasse par des règles constantes ; de là il arrive que les courants de déperdition et d'accroissement, d'ad- dition et de soustraction s'établissent dans les directions les plus variées ; la solidification a lieu dans le sens de ces directions ; de là les rayonne- ments et les formes cristallographiques si varia- bles des substances de même composition.

4572. Nous pouvons reproduire, par des moyens mécaniques, les effets de ces influences physiques sur les formes variées de la cristallisation. Soit par exemple une gouttelette de la solution con- centrée d'une substance susceptible de cristalli- ser, de sucre spécialement (3182) ; si nous la dé- posons sur une lame de verre, de manière à n'altérer en rien la régularité de sa sphéricité, et qu'elle ne s'y aplatisse que par l'effet de sa propre pesanteur, le sucre cristallisera en une rosace régulière de doubles pyramides rayonnantes, et telles que le représente la figure 26, pl. 17.

4573. Mais, qu'à l'aide d'une pointe d'aiguille , nous étendions une portion de la gouttelette hors de la sphère ; lorsque la cristallisation se sera effectuée, nous trouverons que la régularité de la rosace a été dérangée de ce côté, et que le cristal est muni d'un prolongement excentrique.

4574. Si nous éparpillons la gouttelette en divers sens, la cristallisation affectera la configuration générale que nous aurons donnée au liquide ; et les cristaux se trouveront groupés entre eux dans ce sens.

4575. Eh bien ! la direction des courants dans le liquide est équivalente à cette direction imprimée aux parties diverses de la gouttelette sur une lame de verre ; c'est là la cause qui tire, pour ainsi dire en tous sens , la molécule amenée à l'état solide, par la soustraction des couches iso-





Jusqu'à ce jour ait pu concorder tellement avec les données cristallographiques, qu'il est permis d'entrevoir une époque où les deux théories atomique et cristallographique se prêteront un mutuel secours.

4581. Nous avons vu par exemple que l'oxyde de plomb pouvait résulter du groupement d'un atome central d'oxygène et de douze atomes de plomb; à l'état d'équilibre, et lorsque la sous-tension d'une certaine somme de couches isolantes a amené le système à subir une compression sur chacun des atomes de la périphérie, le système cristallographique sera nécessairement le dodécaèdre, qui est le caractère de l'oxyde de plomb obtenu dans certaines circonstances du laboratoire, celui du protoxyde spécifique. L'oxyde que l'on désigne sous le nom de quioxyde, et qui résulterait, d'après notre système, du groupement de 8 atomes de plomb et d'un atome d'oxygène, doit cristalliser en hexaèdre, et celui qu'on désigne sous le nom de plomb en hexaèdre.

Mais le rapport des angles d'un système cristallin, selon que le courant de calorique aura tirailé le système dans un sens que dans un autre, et amené soit un plus grand nombre de groupes de compression; par l'effet de l'élasticité des enveloppantes et de la compression exercée par le liquide qui forme l'atmosphère amenant par un plan perpendiculaire à l'axe de calorique, et formant ainsi, en s'allongeant, des prismes à tel ou tel bout, jusqu'au point où se trouvera la dernière de toutes, qui, n'étant limitée par une autre, mais s'étirant de plus en plus de ses dimensions, formera d'autant de faces, qu'elle en aura. La cristallisation, et de la force calorique aura été soustraite à la

une grande importance à la connaissance des cristaux que nous ne pouvons reproduire dans le milieu où nous tirons du milieu où ils se trouvent. L'évanouissement total de la cristallisation, et de la force calorique aura été soustraite à la

n'opérons pas deux fois dans les mêmes conditions. J'ai donné un exemple de ces variations dans la cristallisation du sucre (3182); elles ne sont soumises à aucune règle précise sur le porte-objet du microscope; et lorsque la cristallisation s'opère dans la dissolution en masse, comme la forme générale reste constante dans ce milieu, et qu'elle s'arrange en une double tablette de chocolat du commerce parisien (fig. 30, pl. 20), cependant, on observe que les angles divers de ce décaèdre modifient à l'infini leur ouverture, selon que la tablette diminue d'épaisseur et s'étend en surface (3182). Mais lorsque la cristallisation a lieu non plus autour d'un fil placé dans la dissolution, qui détermine un courant soustracteur régulier; mais sur une lame de verre, où les courants soustracteurs ne sauraient s'établir que de bas en haut, les dix atomes qui, chez la première forme, se prêtent à l'impression des dix faces, ces dix atomes refoulés en haut, autour d'un centre quelconque de cristallisation ou de la plus petite impureté conductrice de calorique, s'étirent dans deux sens opposés, et forment un prisme, dont la surface horizontale a aussi sa pyramide à faces variables à l'infini (fig. 22, 23, 24, pl. 20).

4584. La lumière et la chaleur influenceront donc sur la formation et les caractères goniométriques de la cristallisation; voilà pourquoi, si vous ne laissez parvenir le jour que par un point sur la dissolution, tous les cristaux sembleraient se diriger vers le côté d'où vient la lumière, car c'est par là que s'est établi le courant qui a déterminé la soustraction du calorique.

Les combinaisons que nous obtenons à l'état cristallin, dans nos laboratoires, ne sont définies et constantes, dans les proportions de leurs éléments, que par rapport à nos procédés d'extraction. Modifiez le moins du monde le procédé, arrêtez-le un peu plus avant, un peu plus après, que n'a fait un autre chimiste, et vous arriverez à des résultats différents. On a confondu, dans les livres classiques, la constance du procédé, avec la constance des proportions (64).

4585. Tout corps qui cristallise perd de son calorique; il devient froid lui, mais il chauffe son menstrue; il lui cède du calorique, que celui-ci peut perdre, en le cédant à d'autres couches ambiantes. Tout liquide qui dissout un corps, perd de son calorique, et se refroidit au profit du corps qu'il dissout. Ces définitions semblent au premier coup d'œil contradictoires avec les expériences thermométriques, quand on ne s'est pas

familiarisé avec leur expression. Un corps qui se dissout s'échauffe aux dépens de la substance du liquide, laquelle reprend au thermomètre les couches de calorique qu'elle a cédées au corps; elle s'échauffe à son tour aux dépens du thermomètre, qui marque alors refroidissement, et *vice versa*.

§ VII. *Identité de la lumière et de la chaleur en elles-mêmes, leurs différences ne provenant que des organes destinés à ces deux perceptions.*

4586. Ce titre est, à lui seul, la solution d'un problème, et les physiiciens ne se sont livrés à tant de recherches instructives, sur les phénomènes de la lumière, que pour n'avoir pas fait attention à la voie par laquelle elle nous parvenait. Nous n'avons vu tant de choses dans le monde, que pour avoir oublié de nous y com-

4587. Que l'on expose un diaphragme métallique à une chaleur progressive, en le chauffant de manière que la chaleur et la lumière ne puissent parvenir jusqu'à nous qu'à travers sa substance; dans les premiers moments nous recevrons une impression de chaleur, quoique le diaphragme soit de l'opacité la plus obscure. A mesure que la chaleur transmise, devenant plus intense, nous parviendra à des distances plus grandes, nous verrons la plaque métallique nous transmettre un commencement de rayons lumineux, acquérir un commencement de diaphanéité; elle passera au bleu, au rouge brun, puis au rouge-cerise, puis au rose, puis au blanc éblouissant, et à cette époque sa substance semblera acquérir la diaphanéité du verre. On le voit ici, la lumière n'est que la continuation indéfinie de la progression de la chaleur : progression si régulière, qu'il nous serait impossible de dire où la chaleur finit et où la lumière commence. Nous avons, pour ainsi dire, marqué les termes de cette progression, en nous plaçant à des distances de plus en plus grandes. Dans le premier moment nous percevions la chaleur par le contact immédiat de la peau, dans le dernier moment nous ne saurions plus la percevoir sans danger qu'avec le secours de la vue. Voilà la différence : la chaleur et la lumière sont les deux termes extrêmes, pour ainsi dire, d'une progression qui commence au tact et finit à la vue; et c'est dans nos yeux que les phénomènes de la lumière doivent être désormais étudiés, plutôt qu'en eux-mêmes; la lumière n'est qu'un

mode de perception que dans l'org

4588. Autre nous dit, dég: bien d'avantag la chaleur, et corps qui lui et qui l'absorb Nous avons vu calorique (45) dépouille d'u couches qui violent ne doi que le choc m nomène n'est sur une plus t transmet une donc que déga lantes, que l'e çoit à distance voir, sans danj

4589. Les et lumière sont nous ont app couches isolai exemple, dans l'hydrogène, mélange de d volume d'oxyg vette, compris piston, il se p plus vive lumi donnera que l'i siliceux ne fa comme la silic maux antédilu pur de tout mé mêmes usages la pierre à fusi

4590. Sens. avec le monde ces rapports de enveloppe, ne aons de ce mili continuel éch sphère et les a

4591. Appli — En effet, soi économie, le s petite, jusque cules organisés

mécanisme de l'échange des couches isolantes que nous avons étudié sur les autres corps. Elle se distribue dans cet organe, par les mêmes lois que dans tout autre corps inerte. Un froid nous soustrait de la chaleur, un corps chaud nous en communique, exactement par les lois thermométriques. A un certain point, la chaleur gazéifie la substance de nos organes; à un degré plus bas elle la liquéfie; à un degré plus bas enfin elle la dilate; la chaleur nous porte donc avec nos atomes exactement de la même manière qu'avec les atomes de tout corps : elle les enveloppe de ses couches isolantes; la sensation de la chaleur est donc le résultat d'une combinaison; le tact est donc un organe thermométrique, qui nous traduit, par la perception, les quantités de couches isolantes, dont se composent nos molécules, et qui nous avertit du point où le rapport doit cesser, et où la combinaison revêt un caractère impropre à la vie. Prenez deux boules, à qui le calorique arrive de la même part, qui s'enveloppent de couches isolantes de même épaisseur; elles s'écarteront l'une de l'autre de la même distance à chaque quantification nouvelle; un manomètre nous traduirait cette quantification successive, en nous donnant la mesure de l'angle d'écartement des deux boules; la perception est ce manomètre qui, à chaque rapprochement ou à chaque déperdition de calorique, nous donne, avec la rapidité de l'éclair, la mesure de l'angle d'écartement des atomes qui rentrent dans la structure de nos organes. Nous avons vu que notre toucher réside dans l'extrémité des innombrables papilles nerveuses, qui terminent toutes les surfaces de notre corps; ces papilles sont la terminaison des fibrilles ou rameaux terminaux des dichotomies nerveuses. Le calorique s'écarte ces fibrilles, comme les deux branches d'un arbrisseau le tout autant de goniomètres; la perception est, pour ainsi dire, l'ouverture de l'angle, au point de ramification ganglionnaire (1609) qui en est le sommet.

2. Ainsi un corps quelconque se trouve en contact avec nos surfaces; s'il est plus chaud que nous, nos fibrilles nerveuses s'écarteront; s'il est plus froid, nos fibrilles se rapprochent; à ce signe, nous avons le sentiment du chaud et du froid.

3. Mais il n'est pas de corps dans la nature qui, au premier contact, possède le même degré de chaleur que nous, et qui ne soit capable de nous soustraire ou de nous apporter une nouvelle quantité de calorique; il n'est donc presque pas de corps, dont le contact ne nous donne des

signes de sa présence. Dès que l'équilibre est rétabli, nous ne le sentons plus; l'air qui nous enveloppe, nous ne le sentons pas, lorsque nous nous sommes mis en rapport avec sa température; les habits que nous portons, nous ne les sentons qu'au moment où nous les revêtons, ou bien lorsque nous nous déplaçons.

4594. On conçoit maintenant, combien est simple la loi en vertu de laquelle nous jugeons de la configuration et des caractères physiques d'un corps par le simple contact; une aspérité, se trouvant en contact immédiat avec une papille nerveuse, lui cédera, ou lui reprendra une quantité de calorique bien plus grande que l'interstice des aspérités. Le rapport de nombre de ces aspérités nous sera donné par le rapport de nombre des papilles en contact; nous jugeons ainsi qu'un corps est plus rude au toucher l'un que l'autre, plus lisse l'un que l'autre, plus plane, plus convexe, plus concave, etc., etc.

4595. En conséquence, le *toucher* est un sens qui nous avertira de la présence ou de la configuration extérieure des corps ambiants, par le calorique qui se transmet au contact, et qui s'échange par approche. Mais si l'homme n'avait eu ce sens à son service, on comprend qu'il lui aurait été impossible d'échapper longtemps aux dangers qui le menacent de toutes parts, et font de sa vie un combat à mort de tous les instants. Les autres sens qui distinguent l'homme, et dont le nombre est peut-être dans le cas de varier chez les divers animaux, sont destinés à percevoir le calorique dégagé des corps dans d'autres circonstances; la structure spéciale de ces organes étant propre à donner l'ouverture de l'angle d'écartement produit par l'afflux des couches isolantes qui se dégagent des corps ambiants, sous l'influence de causes autres que l'affinité du contact.

4596. *Organe du goût* (1638). — L'organe du goût perçoit le calorique dégagé, non pas seulement par le simple contact d'un liquide avec notre langue, car alors il n'est qu'organe de tact, mais le calorique dégagé par la combinaison de la substance dissoute dans le liquide, avec la substance même de la muqueuse; il nous avertit, sur les portes de l'organe alimentaire, des qualités que cette substance est dans le cas d'apporter à la digestion.

4597. *Organe de l'odorat* (1651). — L'odorat opère, pour les substances gazeuses, ce que la



du trois figures grossières, la marche des bulles lumineuses qui s'échappent à travers les couches isolantes, qui ne trouvent pas à se briser dans leur route, et qui parviennent à notre œil.

3. La sphère de chaleur se meut à travers les couches d'atomes des corps, comme le ferait une boule élastique. Les phénomènes de réfraction, de diffraction et de réflexion n'appartiennent à un autre ordre.

4. En effet, nous avons dit que tous les corps de la nature sont des agrégations d'atomes de même volume et de même poids, et que les couches de ces corps ne proviennent que de la distance des couches enveloppantes, qui tiennent les atomes entre eux; que les corps enfin revêtus de leurs couches enveloppantes formaient tout autant de sphères de même volume et de même poids; or des sphères qui se touchent en vertu des lois de l'équilibre, ne peuvent se disposer d'une autre manière que celle qui est représentée (fig. 31 et 32, pl. 20).

Il est ainsi, les couches enveloppantes échappent à un autre corps, et qui tendront à traverser les autres corps, suivront nécessairement la même route que suit la flamme qui se glisse dans les interstices des cylindres ci-dessus, la direction suivrait une boule élastique capable de se briser en deux, dans le choc, contre un autre corps de boules. En effet, si, comme dans la fig. 31, la molécule lumineuse arrive sur le point  $a$ , perpendiculairement à la ligne qui passe par le centre de deux rangées d'atomes, les bulles  $a, c, e$ , qui tomberont sur un point de la surface d'une boule, se partageront en trois portions égales, qui continueront leur route avec une vitesse égale, pour aller se rejoindre au point diamétralement opposé à celui de l'incidence, et là la masse suivra sa route en ligne droite, par l'interstice de deux boules du premier rang, pour aller se partager de nouveau en trois portions, quant au milieu la boule du troisième rang, et ainsi de suite à l'infini, en sorte que la ligne d'émergence ( $a' c' e'$ ) sera la continuation en ligne droite de la route d'incidence ( $a c e$ ). D'un autre côté, les molécules lumineuses qui arrivent sur les interstices des boules du premier rang, suivront également la même direction en ligne droite, seulement en se partageant au premier rang, et se réunissant aux interstices du second, et ainsi de suite, dans un ordre d'alternance avec les molécules ( $a c e$ ); mais de

manière que leurs lignes d'émergence ( $b' d'$ ), soient la continuation en ligne droite des lignes d'incidence ( $b d$ ).

4604. Que si, au contraire (fig. 32), les molécules lumineuses arrivent obliquement sur la ligne qui passe par le centre des boules du premier et du troisième rang, elles seront déviées de leur route par un choc qui ne saurait les partager; la molécule ( $a$ ) tombant obliquement sur le point le plus extérieur de l'un des atomes du corps, prendra une direction extérieure vers ( $a'$ ), et la molécule ( $b$ ), qui tombe obliquement contre un des points plus internes de la surface de la couche enveloppante de l'atome, prendra une direction intérieure, contraire à sa première direction, mais identique avec la ligne qui passe par les interstices des atomes; elle se rendra en ( $b'$ ). Dans le premier membre de cet alinéa est renfermée la loi de la réflexion (385); et dans le second, la loi de la réfraction (391).

4605. Dans la réfraction, on le voit, les indices de réfraction (396) dépendront donc des rapports de volume de couches isolantes, qui enveloppent les atomes des divers milieux qu'aura à traverser la molécule lumineuse.

4606. Les corps transparents seront ceux dont les atomes posséderont des sphères enveloppantes d'un si grand volume, qu'ils n'auront rien à emprunter à la molécule lumineuse qui les traverse; les corps opaques seront ceux dont les atomes rapprochés entre eux seront enveloppés d'une couche isolante de si mince épaisseur, qu'ils tendront à absorber au passage la molécule calorifique qui doit les traverser, pour aller se combiner avec les atomes visuels.

4607. Il n'existe pas de corps absolument transparent, c'est-à-dire laissant passer intégralement toutes les molécules calorifiques, qui s'échappent en molécules lumineuses. Le plus transparent des corps n'est que celui qui en absorbe le moins. Tous les corps deviennent transparents, quand on accroît, par un dégagement artificiel de chaleur, le volume des couches isolantes de leurs atomes.

4608. Notre œil a été organisé de telle sorte, qu'il reste insensible presque à ce que nous appelons la chaleur; ses atomes ne subissent que des écartements inappréciables par l'afflux des molécules isolantes, qui en produisent de si grands, entre les atomes de l'organe du tact. Pour qu'il soit affecté d'une impression réelle, il faut que les molécules isolantes échappées d'un corps arrivent en si grande abondance et avec un si grande



vitesse, à travers les milieux ambians, que le tact en serait désorganisé, si le foyer d'émission ne se trouvait pas à une grande distance. La vision est la combinaison de la molécule lumineuse avec les atomes de notre œil; la vue est le sentiment de l'ouverture des angles par lesquels les molécules lumineuses convergent vers le point percevant; ou bien c'est le sentiment de l'écartement des fibres nerveuses, dont les atomes s'enveloppent des couches isolantes qui affluent. La lumière nous fatigue, comme le son, comme les odeurs, comme les saveurs, comme la chaleur; et la fatigue est l'avertissement du point de la combinaison où les atomes commencent à s'écarter de telle sorte, qu'ils ne se trouvent plus dans les conditions favorables aux fonctions de l'organisation. A un certain degré de lumière, la substance voyante de l'œil serait désorganisée, et la vue perdue pour toujours; l'œil ne serait plus qu'un organe de tact.

4609. Les couleurs ne diffèrent que par rapport à notre vue; et voilà pourquoi les couleurs ne produisent pas la même impression sur tous les yeux, et à toutes les époques de la journée, et que tel homme voit jaune ou un autre voit vert. Nous avons dit que le métal prend diverses nuances, selon qu'il laisse passer tel ou tel nombre de molécules isolantes, dont il absorbe une partie au passage. Les couleurs ne proviennent donc que du nombre des molécules isolantes, qui arrivent dans un moment donné à l'organe de la vision, c'est-à-dire que de la vitesse qui les anime dans leur émission; elles forment une progression indéfinie de nuances, à mesure que la vitesse de leur émission augmente, une gamme chromatique, où l'arbitraire seul de la convention peut trouver moyen de placer des lignes de démarcation. Les corps colorés sont ceux qui absorbent, au passage, telle ou telle quantité de molécules lumineuses, de manière à ne laisser arriver à notre œil que le complément; la surface rouge absorbant, pour échauffer ses atomes, une quantité telle de molécules lumineuses, que sans son interposition nous aurions le sentiment de la lumière blanche.

4610. En conséquence, en désignant par  $v$  la quantité de molécules isolantes absorbée par le corps réfléchissant ou réfringent, par  $x$  la quantité non absorbée et qui arrive intacte à notre œil, et par  $l$  la quantité de molécules qui, arrivant dans un moment donné à notre œil, constituerait la sensation de la lumière blanche; la couleur d'un corps quelconque serait  $x=l-v$ , et

la sensation de la couleur serait  $x=l-v$ ; c'est-à-dire que la coloration d'un corps n'est telle que par rapport à notre vue.

4611. Nous avons eu l'occasion d'enoncer le globe de l'œil étant composé de diverses couches emboîtées, et dont chacune est le siège de la transmission d'une nuance (1799). En représentant les limites de ces couches en dessinant sur le plan de la pupille en cercles concentriques, nous avons dit que le cercle le plus externe serait affecté au noir, le cercle qui lui est immédiatement au-dessous serait affecté au bleu, le suivant au bleu, le suivant au jaune, le suivant au blanc intense; mais comme ces cercles sont indéfinis, cette classification n'est qu'une tranchée que dans son énoncé et pour la clarté de l'intelligence, car, entre chaque cercle il y a cent indéfiniment d'autres cercles, qui de chaque côté de ces nuances, de manière à les séparer de la manière la plus insensible, par des nuances intermédiaires, les unes dans les autres les nuances d'amarante, de pourpre, de d'orange par exemple, s'intercalent à l'infini. Or les expériences suivantes prouvent de preuve à cette théorie.

4612. Lorsqu'on fixe d'un œil fatigué la flamme d'une chandelle, il se forme devant l'œil une auréole irisée, sur laquelle on remarque distinctement trois principales bandes, la jaune qui forme la bande interne, la bleue qui forme la bande médiane, la rouge qui forme la bande la plus externe. Si on place la flamme au centre continuant à regarder la sensation de la couleur blanche, on observe en même temps que la bande rouge est marquée de rayonnements entés, qui correspondent en quelque sorte aux rayonnements des procédés chimiques, ou de l'iris qui limite l'œil, cette zone externe.

4613. Que l'on interpose, entre un œil et une plaque métallique, de manière que les deux tiers de la pupille en soient entièrement recouverts, et que la lumière ne puisse pénétrer dans la substance du cristallin que par le tiers environ, la lumière, de blanche qu'elle était, offrira deux zones longitudinales, l'une blanche, puis jaune, et l'autre bleue, rouge; et celle-ci avoisnera toujours la partie de la plaque, où il est évident que, dans cette position, la lumière n'a pu pénétrer dans le cristallin traversant la cornée transparente et l'aqueuse, que par l'arc de cette lentille optique.

de la plaque, et qu'ainsi la bande rouge de mière correspond à la zone la plus externe cristallin, la bande bleue à la zone moins ne, et la bande blanche au point le plus central si on change la plaque de côté, et qu'on pénétrer la lumière dans l'œil, par le côté sé à celui de la première expérience, la e disposition aura lieu, seulement en sens aire, la bande rouge toujours au dehors et nde blanche correspondant au dedans, c'est- e à la zone centrale de l'œil.

14. Ainsi du même foyer lumineux, nous en s toutes les couleurs du prisme, dès que nous isons tomber les rayons sur une portion de cristallin plutôt que sur une autre, et les ces correspondent, dans tous ces cas, aux es zones concentriques de l'œil. Donc les urs ne sont que des perceptions inhérentes ouches que les molécules lumineuses traver-

15. On objectera sans doute à cette théorie, d'une image, dont les bords sont blancs et tre rouge. Mais il est un fait à établir, et pond à toutes les difficultés de ce genre, que nous ne percevons jamais une image seul coup, et par une seule opération de la ption. Nous ne percevons jamais un paysage son ensemble; nous ne parvenons à le con- qu'après l'avoir plus ou moins rapidement iné dans ses détails; l'unité du paysage n'est ans la mémoire. Or nous n'avons pas deux e vision, l'une pour le plus grand, et l'autre le plus petit; rien n'étant grand ou petit en ême. Ainsi il n'est pas la plus petite image exerce autant notre vue, lorsque nous cher- à en poursuivre les détails, que le plus l des paysages, chaque nuance exigeant de part une spéciale attention et une perception ile; et, si l'observateur fait un retour en ême, pour se rendre compte du mécanisme perception, il s'assurera que le globe de e dérange, pour fixer chaque détail, le met- son point, et en percevoir l'image. Soit, par ple, la vue d'un cadre, nous apercevrons, à oiseau, qu'il forme un carré, sans nous pro- r sur la dénomination de ce carré; si nous ns nous assurer que ce carré est un parallé- nne à angles droits, il sera facile à l'obser- r de s'apercevoir que, pour juger de l'ou- re des angles, il dispose le globe de l'œil, de re que le sommet de l'angle qu'il va mesurer, vision, occupe le point central de la pupille, rte que la circonférence de la pupille puisse

servir, pour ainsi dire, de cercle rapporteur. Il en est de même des couleurs: pour les percevoir, nous disposons le globe de l'œil de manière que chacune d'elles rentre dans notre œil, par la zone qui en est l'organe, le moindre dérangement de cette position imprimant à la couleur une tout autre nuance.

4616. Les physiiciens ont adopté, pour se faire une image corporelle de l'émission des rayons, l'expression de *cône lumineux*. Si les pièces accessoires du globe de l'œil humain n'existaient pas, cette expression aurait été remplacée par une autre; et les insectes, par exemple, s'ils avaient à rendre par une image l'impression des rayons lumineux, n'auraient rien moins qu'adopté l'expression du langage classique; car les *cônes lumineux* ne proviennent que de la disposition des cils qui hordent nos paupières, et qui tamisent la lumière par tout autant de diffractions. Ouvrez largement les paupières, et tous ces cônes disparaîtront, et les étoiles, qui en projettent de si jolis, ne vous paraîtront plus que des points brillants et simples. Mais les bords de l'iris et ceux des procès ciliaires produisent, sur les contours des images lumineuses, des effets analogues à ceux des cils; les images sont rendues rayonnantes et ciliées, lorsque leurs bords correspondent à la circonférence de ces deux diaphragmes. Pour dépouiller l'image de ces cils, qui sont étrangers à l'objet, servez-vous d'un verre grossissant qui concentre l'image vers la zone centrale du cristallin; les étoiles paraissent de la sorte moins grandes, parce qu'elles auront été dépouillées des rayonnements provenant de la diffraction qu'opèrent les bords déchiquetés des deux diaphragmes de notre œil.

4617. Nous renvoyons, pour le complément anatomique de ce sujet, au premier volume de cet ouvrage (1704). Nous n'avons pas même nommé les deux théories de la lumière qui partagent le monde savant, la *théorie de l'émission*, et la *théorie des ondulations*, parce qu'elles reposent toutes les deux sur une base fausse, et qu'elles sont parties toutes deux de ce principe, que la lumière était quelque chose au dehors de nous, perdant de vue que la lumière, étant une impression, n'a d'autre existence que dans un organe. La théorie nouvelle n'est en contradiction ni avec l'une ni avec l'autre; elle ne les a pas rencontrées une seule fois sur son chemin.

### § VIII. Fusion et fusibilité des corps.

4618. La fusion d'un corps arrive, à l'instant

où les atomes ont acquis un volume de couches isolantes tel, qu'ils puissent en céder à d'autres, et se mettre en mouvement de rotation sur leur axe. La fusibilité est le rapport du nombre des couches isolantes, qu'ils possèdent dans telle situation, avec le nombre de couches isolantes, dont ils ont besoin pour entrer en fusion. Dans l'évaluation de la fusibilité des corps, on a oublié de faire entrer le rapport de la masse de substance sur laquelle on opère; et la chimie est tombée dans une source d'anomalies continuelles, quand elle a traduit, en loi générale, le résultat particulier de l'observation thermométrique sur une masse quelconque. Le degré de fusibilité sera, à l'égard de tous les corps, d'autant plus élevé, et la fusion sera d'autant plus longue à s'effectuer, que la masse sera plus grande.

### § IX. Élasticité, compressibilité.

4619. Les couches isolantes sont élastiques, c'est-à-dire susceptibles de céder à un effort sans se séparer. L'élasticité n'est que la propriété qu'ont les sphères de se déplacer sans s'écarter, et de changer leurs dispositions respectives sans occuper plus d'espace, de s'adapter à une forme nouvelle, pourvu qu'elle soit de la même capacité que la première. Dans l'élasticité, il n'y a ni perte ni accroissement de substance. Il n'en est pas de même de la compressibilité. Un corps comprimé change de volume; il change de volume, parce que ses atomes se rapprochent, par l'émission d'une certaine quantité de couches isolantes, qui les tenaient à distance, et s'échappent pour se combiner aux corps ambiants; on dit alors que la compression produit de la chaleur; cela ne signifie pas qu'elle chauffe le corps comprimé, mais bien qu'elle le rend chaud; ce qui est synonyme de cette phrase: La compression refroidit le corps et chauffe son atmosphère ou les corps en contact; la compression chauffe les corps environnants aux dépens du corps sur lequel elle s'exerce, qu'elle appauvrit de ses couches calorifiques, qu'elle refroidit par conséquent.

4620. Par la raison contraire, le corps qui se dilate reprend du calorique aux corps ambiants; il s'échauffe, ce qui ne saurait avoir lieu sans produire sur nous une impression de froid.

### § X. Combustion et fermentation (4209, 4144).

4621. Lorsqu'on fait passer avec effort, par un

orifice étroit, l'oxygène et l'hydrogène, les gaz se combinent avec un dégagement lumineux; c'est-à-dire que 8 atomes du premier se combinent de 1 atome du second, en se dépouillant d'une certaine quantité de leurs couches isolantes, lesquelles s'échappent pour venir frapper, en se combinant avec les moeurs de notre œil, une impression lumineuse. Cette combinaison ne produit cet effet sur une plus petite échelle que l'hydrogène, dont l'atome possède un plus riche volume de couches isolantes.

4622. Le bois est un tissu d'orifices traversés lesquels l'oxygène de l'air peut entrer tout aussi bien qu'à travers l'orifice d'un tube à compression. Si la compression s'exerce sur tous ces petits cylindres, l'oxygène et l'hydrogène se combineraient également avec les parois rayons lumineux. Or lorsque nous plaçons le bois sous un tison de bois, non-seulement nous dilatoons les molécules qui composent les parois des tubes, mais nous produisons, dans la cavité de ceux-ci, un vide qui fait que l'air extérieur pèse sur leur orifice, comme un piston qui, en poids à un cylindre d'eau de même base, pèse 32 pieds d'eau d'élévation: l'hydrogène des parois organiques, et comprimé avec l'oxygène de l'air, se combine en eau, et repart en traversant les couches isolantes dont ses atomes étaient enveloppés. C'est là le caractère principal de la combustion; mais la compression du tirage produit d'autres combinaisons à chaque rencontre d'éléments qui se dégagent; et le carbone se combine avec l'oxygène d'un côté, l'hydrogène de l'autre et même avec l'azote; l'hydrogène se combine avec l'azote, puis les produits de ces combinaisons se combinent entre eux en acides, et que la vapeur soulève en fumée, avec les débris dispersés par chacune de ces petites ouvertures.

4623. Le bois est le corps de la nature qui produit le plus complètement les conditions du phénomène, mais l'éponge de platine ne lui est que de jour de cette propriété, car ses molécules paraissent s'arranger comme les molécules du charbon ordinaire. Si les combustibles ne manquaient jamais à manquer, on parviendrait à rendre les appareils avec le jeu d'une pompe à air au dehors, par un léger orifice, un mélange d'hydrogène et d'hydrogène, dans la proportion due à leur poids.

4624. Tous les corps poreux possèdent un degré plus ou moins inférieur la propriété combustible; parce que dans leurs pores il y a

courants déterminent la  
que les gaz ne sauraient  
rapprocher leurs atomes  
leur atomes, sans  
atomes qui les envelop-

n'est qu'une combustion  
aurait avoir lieu, sans  
unisés ou de corps poreux  
ue. Les tissus sont ici,  
ation réelle, les orifices  
compression; les courants  
ent le rôle du piston; les  
se gazéifient viennent se  
le courant, dans l'orifice  
produits, dont la diver-  
nature des liquides et des  
présence, mais qui se ré-  
mélange du carbone, de  
ne, de l'azole, en diverses

de la fermentation donne  
laquelle la fermentation  
actère et fournit de tout  
que la lumière vient des  
surface du liquide, selon  
égne ou en est enveloppé;  
arrive par tous les points,  
nt du vase qui est en con-  
réservoir inépuisable de  
es tissus surmontent le  
le tissu, toutes circon-  
t aux courants compri-  
des directions diverses.

#### Conductibilité des corps calorique.

Un corps pour le calorique  
bons de la physique, la  
corps donne d'absorber  
chaleur, et de la rendre  
d'après ce que nous  
de la propriété qu'a un  
de ces atomes d'une  
qui lui manquent,  
le volume des atomes  
quel il est plongé.  
que de se mettre  
propriété carac-

seul moment où cette capacité soit réellement la  
même, le corps reprenant des couches envelop-  
pantes, ou en cédant des siennes propres, selon  
que les corps ambiants s'échauffent ou se refroidissent.

4628. La conductibilité pour le calorique est  
une qualité inhérente à leur structure, c'est-à-  
dire à la disposition de leurs atomes, ou plutôt  
au rapprochement de ces atomes. La chaleur n'é-  
tant autre que la lumière, se transmet, à tra-  
vers les corps, comme le fait la lumière à travers  
les milieux réfringents; de même qu'il existe des  
combinaisons de milieux plus réfringentes que  
d'autres, c'est-à-dire qui fassent converger un  
plus grand nombre de rayons lumineux vers un  
point donné; de même il existe des corps dont  
les atomes se trouvent enveloppés d'une couche  
isolante telle, que, de l'inégalité de leur volume,  
il résulte une disposition favorable à la réfrin-  
gence et à la convergence des sphères envelop-  
pantes qu'ils n'ont pas le temps de s'approprier  
en entier.

4629. Les corps les meilleurs conducteurs de  
calorique sont ceux dont les atomes sont disposés  
de manière que la structure générale offre le plus  
d'interstices; les corps cristallisés sont moins  
bons conducteurs du calorique que les mêmes  
corps en poudre; l'eau et l'air sont moins bons  
conducteurs de calorique, que les corps dont  
les atomes possèdent des couches enveloppantes  
moins volumineuses que ces deux fluides, et  
offrent plus d'interstices entre eux; les interstices,  
en effet, laissent passer le courant, sans rien s'en  
approprier.

#### § XII. Galvanisme.

4630. De même que l'association de deux es-  
pèces de corps réfringents concentre la lumière  
vers un foyer, qui en est le pôle, de même l'as-  
sociation de deux corps inégalement conducteurs  
de calorique, doit rendre le système capable de  
faire converger la chaleur qu'ils transmettent,  
beaucoup plus que ne le ferait chacun d'eux en  
particulier. Or il ne s'opère pas une seule com-  
binaison de gaz en liquides, et de liquides en  
cristaux, sans qu'il se dégage une somme de ca-  
lorique, égale à la quantité de couches isolantes,  
qui s'opposaient au rapprochement des atomes  
des deux éléments de la combinaison, et qui  
s'échappent à l'instant du rapprochement. Les  
deux plaques de la pile transmettent cette quantité  
dégagée, avec la puissance d'un système, pour  
si dire, achromatique (405); elles les font



converger vers un point opposé au dégagement. On conçoit de cette manière qu'en multipliant le nombre de ces systèmes, et les disposant de telle sorte que les quantités de calorique réfractées et transmises par chacun d'eux soient dirigées vers le même point, ce point, si imperceptible qu'il soit, puisse devenir un foyer capable de fondre, avec la rapidité de l'éclair, les substances les plus réfractaires.

### § XIII. Électricité.

4631. La compression et le choc ont la propriété, en rapprochant les atomes, de dégager la quantité de chaleur égale au volume des couches enveloppantes qui s'opposaient à ce rapprochement; mais si ces couches enveloppantes ne trouvent pas une issue propice, et qu'il s'en échappe moins du milieu qu'il ne lui en arrive, ces couches élastiques vont se comprimer, se presser avec effort, et tentent à reprendre leur sphéricité d'où que cessera l'obstacle. Si cet obstacle est enlevé subitement, il y aura explosion; s'il ne l'est que progressivement, il y aura déperdition et écoulement insensible du fluide électrique, qui n'est autre que le calorique pour ainsi dire sans emploi, et tendant à se mettre en équilibre, en enveloppant les atomes qu'il trouvera sur son passage. Dans la machine électrique, la compression est le résultat du frottement du verre contre une surface animale; dans l'électrophore, le choc se reproduit avec la peau du chat, dont les poils sont si propres à condenser le calorique, c'est-à-dire sont si mauvais conducteurs du calorique, et le conservent si longtemps à l'état latent. Le cuivre poli et verni est le récipient le plus propre à servir de réservoir au calorique condensé par la compression, parce que les surfaces vernies sont celles qui offrent moins d'interstices, et sont moins perméables aux courants de chaleur dégagée violemment. Le cuivre brut, et avec les aspérités de la fonte, laisserait passer une quantité plus considérable de calorique, non point à cause de ses aspérités, mais à cause de ses lacunes non vernies. Si l'on pouvait vernir aussi exactement le cuivre brut que le cuivre tourné, il serait aussi bon réservoir d'électricité dans l'un que dans l'autre cas. Tout choc qui, ainsi que nous l'avons expliqué, dégage du calorique, dégage de l'électricité, selon que le milieu ambiant transmet ou condense les couches isolantes dégagées. L'électricité n'est donc que la chaleur; leurs différences ne résident que dans

les instruments de transmission. La torpille est électrique, dégage peut-être moins de chaleur que nous, qui ne le paraissions pas; mais elle possède des organes plus convenables que les nôtres à condenser la chaleur dégagée, et à ne la céder que par suite d'un choc et frémissement nerveux.

### § XIV. Magnétisme, aimantation.

4632. De même que l'électricité, le magnétisme ne semble constituer un phénomène, différent de celui de la chaleur, que par l'instrument moyen duquel nous jugeons de son influence. Nous avons reproduit tous les phénomènes de l'aimantation, avec une aiguille de paille tenue par deux camions en laiton, et du calorique dégagé par un fer rougi au feu (4523). Or, tout ou il existera un courant de chaleur émanant de l'aiguille suspendue, l'aiguille se rapprochera du courant, son axe s'identifiera avec celui du courant, et cela d'une manière d'autant plus sensible que, par la structure de son tissu et la disposition de ses atomes, la substance, l'aiguille est formée, sera plus achromatique. Je puis m'exprimer ainsi, pour la chaleur, car nous n'avons pas de système achromatique de transmission de chaleur, supérieur à l'association du carbone et du fer en acier. Les aiguilles ne sont celles qui nous indiquent le phénomène d'une manière plus sensible. Or, dans le monde terrestre actuel, il est impossible qu'il y ait pas de courants de chaleur dégagée, indépendants des courants de l'air déplacé par leur mouvement. Partout, en effet, où l'on trouvera des milieux inégalement saturés de calorique, il y aura se produire un échange de calorique, et par conséquent un courant dirigé du plus au moins saturé. Or le pôle et la zone torride réalisent cette hypothèse; la chaleur doit donc affluer de la zone torride vers le pôle, avec une vitesse, à laquelle seules peuvent faire obstacle les couches qu'elle a à traverser. Si vous suspendez à un support une aiguille horizontale d'une structure convenable, elle devra nécessairement devenir sensible à l'axe du courant de la zone torride vers le pôle, et présenter par conséquent, dans tous les climats également chauffés, une pointe au sud et une pointe au nord; tel serait un tube horizontal ouvert par les deux bouts, ou même une simple aiguille horizontale, pivotant sur un point fixe, verticale dans un cours d'eau; elle prendrait aussitôt la direction du cours d'eau, et d'après



## ANALOGIE OU CHIMIE GÉNÉRALE.

tre en aval. A mesure que la déclinaison et l'intensité changent successivement, le courant coule que serait la direction, dont nous venons de croiser sa direction pri-

l'aiguille aimantée sera tenue dans les mêmes conditions, et pas de place, puisque le pas de suivre sa direction à l'envolée. Mais si l'on venait à envelopper d'une couche de calorique plus épaisse, par exemple, non-seulement l'inégalité de structure, qui est indispensable, pour que le courant entrât par un bout et sortit par

lorsqu'une cause météorologique change les conditions de l'atmosphère générale; que l'électrique n'est que la chaleur dégagée, se produisant avec intensité, ou vers le nord, ou dans les autres directions, le courant atmosphérique doit nécessairement changer de direction, comme le ferait un fleuve qui rencontre d'un autre fleuve; dans ce cas, l'aiguille déviara spontanément, et cela d'autant plus que les alternatives météorologiques seront plus fortes; elle deviendra folle, si ces alternatives produisent avec rapidité. De là l'influence des aurores boréales sur l'aiguille

de la sphère aimantée ne marquerait pas si que le fait une aiguille; elle tournerait vers le pôle vertical.

deux pôles de nom contraire de deux pôles s'attirent, l'un des deux étant le pôle du courant, et l'autre le pôle par lequel le courant sort; les aiguilles, système convergent, ont une plus grande énergie, et ont nécessairement s'établir plus facilement l'aiguille que parallèlement à la direction du courant de deux bateaux dont l'un est en avant de l'autre, et l'autre en arrière.

contact d'un aimant, et l'autre une direction inverse, et l'autre une direction inverse.

tion qu'il aurait prise, une fois que l'un d'eux qui le traversent de part en part aurait accès au courant sorti du tube. Sa direction serait si l'on venait à présenter violemment l'autre de ses trous à l'orifice du tube. Tous ces phénomènes d'aimantation rentrent, comme nous l'avons vu, dans cette explication, que nous garderons d'appeler une loi.

4658. Gambey ayant découvert que tous les métaux exerçaient, sur les oscillations de l'aiguille aimantée, une influence d'amortissement, dont Arago donna connaissance au public savant, Saigey démontra que cette influence était en raison inverse de l'épaisseur des plaques métalliques (\*). La théorie rend parfaitement bien compte de ce phénomène, qui au premier abord paraît paradoxal. Les plaques métalliques n'agissent que comme conducteurs du calorique, dont le courant tient l'aiguille en position. Or les plaques minces sont plus perméables que les plaques épaisses, elles sont, toutes choses égales d'ailleurs, meilleurs conducteurs de calorique que celles-ci. D'un autre côté, leur masse étant plus grande que celle de l'aiguille aimantée, elles doivent entraîner celle-ci dans leur mouvement ou dans leur immobilité, en raison du rapport qui existe entre leur masse et celle de l'aiguille (4054).

## § XV. Météorologie.

4659. Le système terrestre actuel possède une somme de calorique constante, moins la quantité inappréciable à nos instruments thermoscopiques ou autres, qu'elle perd continuellement, par les espaces planétaires, quantité dont la somme est elle-même inappréciable au bout d'un siècle. Cette somme constante provient de la quantité qu'elle recèle dans son centre liquide, et dans toutes les molécules en apparence refroidies de son écorce solidifiée, plus de la quantité qu'elle reçoit, à chaque fraction du temps, du soleil. Mais, par suite de son déplacement dans l'espace, la répartition de la chaleur ne saurait jamais arriver à l'équilibre parfait; c'est une oscillation continue; c'est un déplacement continu, d'où il arrive que la région refroidie reprendra tôt ou tard la quantité de calorique qui lui a été soustraite, et que ce résultat aura lieu, quand elle se trouvera dans les mêmes conditions qu'auparavant. Pour prédire ce

résultat, il faut plus d'un élément de calcul ; c'est une équation qui suppose plus d'un terme. Pour savoir l'époque, à laquelle lui reviendra la quantité de calorique, qui s'est échappée de son milieu, et a passé dans un autre, il faudrait connaître positivement d'abord la direction du courant suivi par le dégagement de calorique, ensuite la masse d'air dans laquelle cette somme s'est répartie, ces deux éléments de calcul, plus ceux de la rotation de la terre sur son axe et autour du soleil, nous mèneraient infailliblement à l'inconnue, qui serait la désignation anticipée des variations atmosphériques pour chaque jour. La météorologie serait donc une occupation absurde, si ses observations étaient limitées à une seule région, et dirigée par une seule congrégation d'hommes ; c'est une de ces applications du calcul, qui doivent avoir pour réseau le réseau des longitudes et des latitudes, et l'univers tout entier, uni par une incessante correspondance. Et encore les prévisions que dégagera cette équation universelle, seront d'autant moins précises, que le terme prédit sera plus lointain. Mais enfin, puisque rien d'appréciable ne se perd, de la matière qui est l'âme de la météorologie, le calorique, que les déperditions locales ne sont que des échanges ; et que, d'un autre côté, ce fluide tend sans cesse à revenir à l'équilibre, il doit paraître évident qu'avec les éléments ci-dessus on parviendra à connaître, avec une certaine précision, le temps que la somme de calorique soustraite mettra pour arriver au point de départ.

#### § XVI. Éclairs et tonnerre.

4640. Lorsque l'air est calme il ne tonne jamais. Mais que deux masses d'air se choquent violemment, même en l'absence de nuages, ce qui est rare, le choc dégagera au point de contact les couches isolantes des atomes, qui viendront impressionner nos oreilles et nos yeux, si la somme en est assez considérable, et si la distance en est assez rapprochée. A ce point, l'air sera plus condensé, c'est-à-dire ses atomes seront dépouillés d'une somme plus considérable de couches enveloppantes, et partant moins distante entre eux.

#### § XVII. Pluie, neige et grêle.

4641. L'air dissout les molécules aqueuses, comme l'eau dissout les atomes de tout autre corps ; les molécules aqueuses deviennent invisibles, parce que leurs atomes s'enveloppent de couches isolantes d'un volume tel, que leur sphère diffère peu de celle qui enveloppe les atomes de

l'air et ne dévie pas la lumière qui parvient aux yeux, d'une manière différente que ne le fait l'eau est alors pour nous à l'état invisible, même que le joint des deux calottes d'une lunette achromatique (4635). Mais dès qu'une circonstance météorologique vient soustraire une certaine quantité de couches isolantes aux atomes dissoute, ses molécules occupant un espace moindre que les atomes de l'air, deviennent connexibles par leur indice de réfraction ; apparaît un nuage ; si la soustraction de couches continue, la pluie tombe, parce qu'alors les atomes de l'eau sont trop rapprochés, pour être en équilibre aux atomes de l'air.

4642. Si la soustraction continue rapidement, la pluie se condense en flocons de neige, cristallisation, dans un menstrue aussi froid que l'air (4582), variera nécessairement.

4643. La neige est une cristallisation produite par évaporation. La grêle est l'analogue de la précipitation ; c'est une subite cristallisation résultant du rapprochement des atomes, et non du choc, de la soustraction lente de leurs couches isolantes, mais par suite d'une violente dépression. Il pleut par un temps calme ; il neige que par une secousse violente de deux masses d'air qui se heurtent de front. Ces deux nuages au même temps l'office de la substance comprimée du piston ; les couches isolantes se dégagent, la lumière, et avec un fracas d'autant plus grand que le choc est plus violent ; les molécules d'air se rapprochent, se solidifient ; la grêle tombe. La neige est l'appareil de l'hiver, la grêle est celle de la belle saison. Car c'est vers la belle saison que les molécules aqueuses acquièrent, dans l'air, un volume plus considérable en couches isolantes, et que, partant, le choc, pour en rapprocher les molécules en pluie, a besoin d'être plus violent.

4644. Les éclairs de chaleur proviennent du choc des molécules de l'air ; les éclairs de pluie proviennent du choc des molécules aqueuses.

4645. Dans la théorie du paragrêlage, on ne passe pas l'analogie des moyens qui était absurde, mais seulement la construction ; et il est évident aux yeux que les paratonnerres préviendront aussi bien la grêle que la foudre, en soustrayant à l'air les couches enveloppantes des atomes aqueux, et rapprochant ceux-ci entre eux, qu'un choc violent survint pour produire le résultat avec d'autres caractères. Mais on ne peut établir ces appareils assez haut et sur une

e surface, avec la bourse des particuliers ; d'autre côté, si on multipliait trop dans les ces appareils conducteurs de calorique, rait-il pas à craindre que le remède fût pire mal et que l'on ne maintint l'atmosphère un état de refroidissement peu favorable à végétation ?

### § XVIII. *Rosée.*

4646. La rosée est la pluie des régions voisines terre ; c'est le résultat de la condensation vapeurs d'eau dissoutes dans une atmosphère température peu élevée, et à qui les espaces staires enlèvent le peu de couches qui enve- nant les atomes de ses vapeurs. Il est des corps auxquels la rosée se condense plus que sur res, car il est des corps meilleurs conduc- de calorique que d'autres. Or de même que rtes de corps préviennent la foudre, en sou- le calorique aux nuages et l'amenant dans ; de même lorsque l'atmosphère est moins iffée que le sol, les mêmes corps conduisent orique du sol dans les régions de l'atmo- e qu'ils atteignent ; les molécules de vapeurs ntes reprennent donc, au contact et au foyer s corps, les couches isolantes qu'elles avaient s aux espaces planétaires.

### XIX. *Gravitation et pondérabilité.*

4647. Nous ne pesons que ce qui gravite vers le e de la terre ; les couches isolantes des ato- sont impondérables, parce que leur essence e tendre à l'équilibre, d'envelopper tous les es de notre terre et de notre univers, de la : épaisseur sphérique ; et de remplir l'espace ne égale distribution de leur substance. Bien le graviter vers le centre d'un monde quel- e, elles tendent au contraire à dépouiller ne de sa gravitation et de sa pondérabilité, à oriser indéfiniment, en l'enveloppant indéfi- nt de couches isolantes. La chaleur, c'est-à- et éther universel que nous percevons par le la lumière, c'est-à-dire cet éther que nous vons par les yeux ; le son, c'est-à-dire cet que nous percevons par l'ouïe ; l'électricité, à-dire cet éther comprimé et qui rompt explosion l'obstacle, et produit ainsi la sen- de la lumière et du son ; cet éther le même ut, et dont les transformations ne sont que re de nos divers organes ; cet éther est im- érable ; l'idée d'un éther répandu dans l'es- , et gravitant vers la terre, étant contradic- dans les termes.

4648. Nous avons appelé légers les corps qui montent, et pesants les corps qui descendent vers la terre, et nous avons déduit que ce sont les corps pesants qui repoussent les corps légers. Ce sont au contraire les corps légers qui repous- sent les corps pesants et les chassent vers la terre. Cette proposition est paradoxale au pre- mier coup d'œil ; la puissance de la vapeur n'est que la réalisation de ce paradoxe. La molécule d'eau, en s'enveloppant de couches isolantes de calorique, soulèverait le monde et le repousse- rait indéfiniment, si elle pouvait s'envelopper de nouvelles couches indéfiniment ; sa puissance de répulsion augmente avec sa légèreté ; elle brise- rait la terre en éclats, si elle devenait impondé- rable.

4649. Or supposez un agrégat d'atomes réunis dans l'espace, c'est-à-dire formant un système d'atomes moins riches en couches isolantes, que les atomes de l'espace ambiant ; ce système sera comprimé par l'espace, qui l'entoure de toutes parts, en vertu de ce principe expérimental, que les atomes enveloppés d'une sphère plus volu- mineuse doivent repousser les atomes enveloppés d'une sphère de moindre épaisseur. Le système se rangera en sphère ; car un système de sphères comprimé par un milieu composé également de sphères d'un plus grand volume, ne saurait prendre un arrangement général différent de la sphère. Or, de même que ce monde sera con- tenu par le milieu ambiant, de même chaque ordre de sphères d'un grand volume repous- sera vers le centre les ordres de sphères de moin- dre volume. Supposons, par exemple, que ce monde renferme trois ordres de sphères, c'est- à-dire trois catégories d'atomes enveloppés de volumes différents de couches isolantes ; le volume de la couche isolante des atomes d'une catégorie étant un, le volume de la couche isolante des atomes d'une autre catégorie étant deux, et celui de la couche isolante des atomes de la troisième catégorie étant trois. En vertu du principe que nous venons de poser, les atomes de la troisième catégorie repousseront en dedans les atomes de la deuxième, et les atomes de la deuxième re- pousseront au centre les atomes de la première, qui formeront ainsi le noyau de la sphère ; ceux-ci seront dits les plus pesants, et ceux de la troisième catégorie les plus légers du système. Si mainte- nant vous introduisez dans ce système un atome nouveau ; s'il appartient au volume de la troi- sième catégorie, il déplacera les atomes de cette catégorie et restera un des éléments de la circon-

férence de ce monde; s'il appartient à la deuxième, il sera repoussé jusqu'à celle-ci par la troisième; s'il appartient à la première catégorie, il sera repoussé par la deuxième jusqu'au centre de ce monde, il aura gravité vers le centre qui pourtant ne l'attire pas.

4650. Il serait possible de démontrer *a priori*, par le calcul fondé sur cette théorie, ce théorème déduit par Newton de l'expérience directe, que la vitesse d'un corps qui gravite croît en raison inverse du carré de la distance. Mais ce théorème ne serait vrai qu'absolument, et modifierait son expression, en raison de la forme et de la nature des corps tombants, et en raison de la hauteur à laquelle commencerait l'expérience, les expériences de Newton ayant été faites bien près de la terre.

4651. Dans l'hypothèse du trou qui percerait la terre de part en part, un corps donné arriverait au centre, non pas parce que l'entité centrale l'attirerait, ce qui, même dans l'ancienne théorie, était rangé au nombre des hypothèses absurdes, mais parce qu'il y serait poussé par les couches embolées et concentriques à ce point, et encore, pour que ce corps parvînt juste au centre, il faudrait que son atome fût le moins riche en couches isolantes, parmi tous les atomes de cet univers.

### § XX. Chaleur végétale et animale.

4652. Ce vaste dédale d'élaborations chimiques, ce système vivant composé de myriades de laboratoires infiniment petits, l'individu végétal ou animal enfin ne saurait fonctionner, dans la plus légère de ses parties, sans absorber et sans dégager du calorique. Il en absorbe, lorsque ses molécules se dilatent et que l'organe s'étend; il en dégage lorsque ses fluides se condensent en tissus, ses gaz aspirés en liquides, et que les acides se combinent avec les bases en sels. Quand, sur un signe de sa volonté, l'organe musculaire de l'animal se contracte, la température ambiante doit augmenter, car la contraction est le rapprochement des molécules, et les molécules ne sauraient se rapprocher, sans expulser la quantité de couches enveloppantes, qui les tenaient auparavant à distance. Tous les animaux dégagent donc du calorique, à chaque instant de leur existence, car à chaque instant le plus indivisible de leur existence, il s'opère dans leurs molécules une combinaison. Mais cette quantité de calorique est plus ou moins appréciable, selon que les tissus seront plus ou moins bons conducteurs de

calorique, et que le milieu ambiant en recevra. L'homme qui s'agit dans l'air réagit autant de calorique que l'homme qui s'agit dans l'eau; et pourtant le calorique est moins appréciable dans le premier que dans le second, que l'eau s'empare plus vite que l'air du calorique dégagé. Si l'on renfermait l'homme dans un sac de toile cirée, sans faire le moindre mouvement, l'atmosphère de son corps en monterait plus haut le thermomètre, que la sphère de son corps pendant son séjour dans l'air. Les animaux à sang froid ne sont pas autrement des animaux à sang chaud; les uns et les autres dégagent du calorique; chez les uns ce calorique est repris par le milieu ambiant, avant d'arriver au tour du corps, et le thermomètre ne le reprend pas.

4653. Tout exercice du moi, soit physique, soit moral, est un exercice, soit du genre de ceux que nous nommons exercices, soit du genre de ceux que nous nommons repos, tout exercice, dis-je, produit du calorique, car tout exercice est une agitation du moi avec le milieu qui l'entoure. La méditation produit autant de calorique que le fort musculaire. La fatigue, c'est le repos, c'est la réparation. L'animal pose continue à fonctionner, mais avec le milieu ambiant, avec le moi.

### § XXI. Organisation, inorganique.

4654. La fusion est une dissolution; la fusion est un microcosme, un monde entier qui se meut dans l'orbite plus vaste qui le chauffe, en chantant de lui. Pendant la fusion, les molécules sont disposées entre elles comme les molécules organiques en et lorsque le refroidissement vient, le métal fondu, la disposition des molécules imite exactement celle des molécules de toute espèce d'organes. Il est certains cas de distinguer la forme pour ainsi dire cellulaire des éléments du colot; mais cette forme apparaît son évidence, lorsqu'on a laissé sécher la terre une masse de ce métal, le tissu de l'humidité rouge, en effet, parties les moins compactes du frag-



et il se trouve alors que les portions respectivement la disposition la plus analogue à des parois des cellules végétales vidées des sucres; sur la surface de la solution de nuit se dessine, en effet, un réseau dont les mailles sont le profil de tout autant de cellules. Si l'observation a lieu sur un morceau de fer battu, ces cellules affectent la forme des cellules végétales et acuminées par les deux bouts, qui se marquent sur tous les tissus végétaux épauillés et étirés par le développement des tissus internes, sur les tissus sous-épidermiques. Le marteau a refoulé la forme générale de la tige dans le sens de la longueur, et les sphères, comprimées comme nous l'avons établi plus haut (4527), ne peuvent s'allonger que dans l'intervalle entre quatre autres opposées deux à deux; et cette disposition qui donne au fer battu ou au laminé et à la filière, une si grande prépondérance de cohésion sur le fer seulement; cette considération doit entrer comme un élément de grande importance dans les expériences sur la force relative des fils de fer et sur leur ductilité. Il me semble que le fil de fer fortement étiré avant d'être passé à la filière, possède toutes choses égales d'ailleurs, plus de cohésion et d'élasticité que le même fil de fer passé à la filière à froid, et par conséquent que le même fil de fer passé à la filière à la température de 4500; les couches isolantes qui envelopperaient l'atome, dans le premier cas, leur donnant la facilité pour adopter la disposition que nous venons de décrire, c'est-à-dire la disposition que prennent les vaisseaux ou plutôt les cellules végétales dans une tige de bois.

## § XXII. *Astronomie.*

4528. S'il était donné à un des hommes qui vivent actuellement sur cette terre, de s'élever tout à coup dans la région des astres, de les parcourir tous tour à tour, d'en prendre le signal, d'en noter les caractères, afin de pouvoir les reconnaître ensuite, pour ainsi dire, par leurs réactions; ensuite se plaçant, par rapport à tous les astres, à la distance à laquelle la vision du monde le place par rapport aux atomes de la région que nous opérons dans un vase de verre; tous ces mondes qu'il aurait parcourus venant tout à coup invisibles pour lui, et ne pouvant plus en concevoir la présence que par son souvenir, dans un espace aussi diaphane que l'air, l'univers entier serait, pour cet obser-

vateur éthérien, une vaste dissolution (4560), dont les mondes seraient les atomes; le système de l'univers se simplifierait ainsi à ses yeux, comme tout se simplifie quand on en saisit l'ensemble, comme tout se complique, quand l'esprit ne peut s'attacher qu'à un détail. L'astronome n'a vu le monde que plongé dans un détail; tout ce qu'il n'a pas aperçu a augmenté la somme des complications du système; et dès lors ses plus beaux calculs n'ont été que des applications pratiques, des mesures du temps et de la durée, des étalons de prédictions; ils l'ont écarté d'autant de l'analogie. L'infusoire ultra-microscopique, qui ramperait sur un des atomes de l'une de nos dissolutions, décrirait le mouvement des atomes placés à la portée de ses yeux, comme nous avons décrit les mondes placés à la portée de nos télescopes. L'infusoire et l'astronome décriraient dans ce cas, chacun de leur côté, les effets visibles d'une même et unique loi.

4656. L'atome A, avons-nous dit, qui s'échauffe aux dépens de l'atome B plus riche que lui en couches isolantes, devient le satellite de celui-ci, qui dès lors est le soleil et le centre du système (4527). L'atome A se meut sur son axe, en tournant autour de l'axe de l'atome B; il a un mouvement diurne et un mouvement annuel; car il ne peut acquérir une molécule calorifique de plus sans se déplacer; et une sphère ne peut se déplacer sur une sphère que circulairement; elle ne peut tourner autour de celle-ci qu'en suivant l'écliptique, qui est la résultante de son acquisition et de son déplacement. On peut se représenter grossièrement le phénomène au moyen de l'appareil suivant: que l'on dispose une sphère d'aimant naturel ou d'acier aimanté, dans une sphère concentrique en papier, de manière que la sphère aimantée soit mobile sur son axe et que la sphère de papier soit fixe; que l'on dépose, sur la surface externe de la sphère de papier, de petites boulettes de cire pétries avec de la limaille de fer, celles-ci s'attacheront au papier par l'influence de l'aimant; que si on met l'aimant en rotation, on verra les boulettes de cire tourner sur elles-mêmes, et se mouvoir sur la sphère de papier, en suivant l'écliptique; la sphère de papier représentera, dans ce cas, la couche enveloppante de l'atome B central; et les boulettes de cire représenteront les atomes satellites A.

4657. Notre terre ne diffère de l'atome A que comme un atome composé diffère d'un atome simple; or la simplicité d'un atome est relative aux bornes de notre vue. Mais nous l'avons fait



suffisamment concevoir, les corps divers, qui composent notre globe, sont identiques; ils ne diffèrent que par leurs distances, que par le diamètre de leurs sphères enveloppantes; et leurs masses ne sont visibles à nos yeux que par la distance de leurs atomes et par l'obstacle que leur arrangement spécifique oppose à la marche des rayons lumineux. Si les atomes de tous les corps d'une si admirable diversité venaient à s'envelopper en même temps de couches isolantes de même volume, le monde, se liquéfiant, n'apparaîtrait plus à nos yeux que comme une masse sphérique homogène, que comme un atome d'immense dimension. Les accidents actuels de sa surface, qui n'ont un caractère distinctif que par la disposition, et celle-ci par l'inégalité des distances, et celle-ci que par l'organisation du sens affecté à ce genre de perceptions, ces accidents sont réduits à rien, quand on les envisage du point de vue de l'immensité.

4658. C'est de ce point de vue que la similitude devient la traduction du fait. Le soleil est, pour le système dans lequel tourne notre atome terrestre, l'atome central, enveloppé de la couche isolante, incommensurable à notre triangulation, de la couche éthérée ou de calorique dont s'enrichissent chaque jour notre sphère et les sphères, dont l'orbite est concentrique à celui que nous décrivons; notre sphère est un des nombreux atomes A qui tournent autour de l'atome B, en vertu de l'échange progressif de la couche enveloppante, en vertu de la loi d'équilibre qui anime les molécules calorigènes, ceux de ces atomes A que nos instruments grossissants peuvent aborder, nous les nommons *planètes*.

4659. Toutes les planètes, et leur nombre augmentera au catalogue dans la même progression que la puissance amplificative de nos instruments télescopiques, toutes les planètes se rapprochent de plus en plus du soleil, et tendent ainsi au repos, qui est une combinaison; ce qui leur arrivera, quand le volume de la couche isolante du soleil se sera mis en équilibre avec le volume des couches isolantes de chaque planète; le système alors sera un atome composé, une combinaison, dont le soleil formera l'atome central, et les planètes les atomes de la périphérie, l'analogie d'un composé, dont l'oxygène forme le centre, les atomes du métal la périphérie, et qui, au repos, c'est-à-dire par le refroidissement, cristalliserait en autant de facettes que les atomes de la périphérie seraient nombreux (4581).

4660. Mais ce système au repos, si compliqué

qu'il soit par nos livres, n'est concevable, par nous, plongé. Il se compose de ses couches, une simple pièce par rapport à l'ensemble, tend, avec tout, à se rapprocher de cet atome central, et ainsi, et sans fin, par ses commencements, par son péluet, ou le moins, ou rien, un cercle admet de rapprochement, petit subit les s'anime de la que par la distance.

4661. On conçoit le soleil, ce foyer, le cas de position, et même, notre, et même, dégage d'un corps; d'un corps, la somme des corps, qui s'échappent, selon, il est certain, du soleil n'émet, sphère, et non, est certain que la pression exercée, système planétaire, en plus les planètes, télescope nous, proviennent, de, autant d'éclipses, de myriades de, le soleil et nous.

4662. Le vide, pas là où nous, machine pneumatique, pour me servir, le rend latent, enlève à cette, piston peut rendre, le récipient. Un ferait entrer l'air, fait le vide, finit, passait que par

pacité du récipient était assez grande, pour a quantité d'air à introduire eût le temps de uire des effets appréciables (4623).

13. De là vient qu'il est presque impossible mener le baromètre de la machine pneuma- à zéro ; le calorique du récipient, en qui : la force expansive de la vapeur, ayant un grand volume, et exerçant par conséquent plus grande pression, que le calorique em- nné dans la branche fermée du thermomètre, and à lui faire équilibre.

#### RÉSUMÉ.

14. Identité de la chaleur, du calorique, de la re, de l'électricité, du galvanisme, du ma- me, de l'affinité, de l'attraction, de la gra- on en elles-mêmes; leurs différences ne rési- que dans la structure des organes destinés à rcevoir, et dans le mécanisme des instru- : destinés à en apprécier les circonstances ;

#### UNITÉ UNIVERSELLE!

5. Unité! âme de la nature! âme immor- qui te meus sans cesse et ne meurs jamais! organises l'infini aussi facilement qu'un , en vertu de la même loi, et de la même

volonté! toi pour qui rien n'est petit, et rien n'est grand; mais tout, depuis le plus grand jusqu'à l'infiniment petit, est la répétition de la même chose! toi qui ne crées pas, mais qui com- bines, et qui produis des milliards de milliards de combinaisons avec la même substance! que ta science est sublime de simplicité! que ta simpli- cité est effrayante de profondeur! Où fuir pour t'échapper? jusqu'où faut-il s'élever, pour em- brasser d'un coup d'œil tout ton ouvrage? Mes yeux matériels sont incapables de te voir; tu ne m'as donné ce sens que pour fixer la terre; mais je possède un œil spécial pour embrasser l'espace; et cet œil, c'est ce *moi* qui ose se flatter quelque- fois de te comprendre et de pouvoir te regarder face à face. Alors cette harmonie universelle me donne la clef de ce mouvement intestin qui tour- billonne sur la terre, et dans lequel auparavant tout me paraissait désordre et confusion; il me semble que je gravite plus calme vers le repos qui m'attend, moi atome à mon tour, en me rendant compte, de la sorte, de ces chocs qui me heurtent, de ce bruit qui m'assourdit, de cette fange qui me dégoûte. Unité! je viens de toi, je vais à toi; j'ai été, je suis, et je serai toujours en toi, alors que je passerai d'un point à un autre de l'espace.

## NOTES ADDITIONNELLES.

### I. CHALEUR DÉGAGÉE PAR LA MOUTURE (p. 526, t. I<sup>er</sup>).

(1354 bis). Cette note, pour être bien comprise, suppose la lecture de la quatrième partie de l'ouvrage, page 446 de ce vol. Le thermomètre est un instrument propre à constater le degré de chaleur d'une atmosphère, mais non toute la quantité de chaleur dégagée par un corps; et il est des cas, où la quantité de chaleur pourra être considérable, sans que le thermomètre marque la moindre élévation. Nous allons en donner un exemple relativement aux procédés de mouture. Supposons deux systèmes de meules, l'un horizontal et l'autre vertical, l'un tournant autour d'un axe vertical et l'autre autour d'un axe horizontal; le premier écrasant le grain entre deux surfaces planes, et l'autre entre deux surfaces courbes à peu près concentriques à son axe. Supposons que, dans l'un ou l'autre système, le grain éprouve le même choc: la quantité de chaleur dégagée sera exactement la même; et pourtant, si l'on place un thermomètre dans la masse de farine qui s'écoule d'entre les meules, on trouvera que, chez les meules horizontales, le thermomètre monte à environ 35° en été, et que chez les autres il descend de trois ou quatre degrés au moins au-dessous de la température ambiante. On aurait tort de conclure de là que celles-ci échauffent moins la farine que celles-là, car la différence thermométrique vient uniquement de la différence des conditions atmosphériques dans l'un et l'autre cas; chez les meules horizontales l'air ne se renouvelle pas entre les meules où se produit le choc; chez les meules verticales, au contraire, l'air circule, avec la rapidité que peut lui imprimer une circonférence qui décrit 400 tours par minute, entre les surfaces contondantes et s'empare de la chaleur dégagée par le choc, molécule à molécule. Le thermomètre placé à l'issue de la farine se trouve placé au milieu d'un courant d'air froid, dans le système vertical; tandis que, dans le système horizontal rien de semblable n'arrive.

D'un autre côté, les expressions relatives à l'échauffement des corps doivent toutes être formées, d'après ce que nous disons dans la quatrième partie de cet ouvrage. La farine s'échauffe au soleil ou sur le feu, car la elle perd sa chaleur, elle se refroidit quand elle n'est pas chauffée; elle perd de son calorique, qu'elle nous en cède. Elle se refroidit sous le choc de la meule, puisqu'elle donne de la chaleur; dépouille ses atomes de leurs couches moléculaires caloriques; le choc les rapproche entre eux, et produit l'échauffement de farines sous la meule; vaut donc à celui de refroidissement ou de défilassement; et cet échauffement à rebours de la qualité des farines, lorsqu'il est porté à un point en ce que le gluten, qui est élastique, devient rigide et ligneux, en raison du rapprochement des molécules; or partout où il y a choc, et plus particulièrement à lieu. Plus les grains d'une farine subissent de chocs, plus le gluten perd ses propriétés ductiles.

### II. DILATATION HORRIBLE DE LA PUPILLE (p. 36).

(1667 bis). Il n'est pas besoin d'admettre que la substance de l'iris est musculaire, pour expliquer dans tous les cas la dilatation de la pupille. Ce phénomène se produit toutes les fois que les muscles de l'œil ramènent le globe en devant, et augmentent ainsi son diamètre transversal au détriment de la longueur du diamètre longitudinal. Cette dilatation ne saurait être que passagère, car la dilatation plus durable est celle qui est produite par la turgescence du globe de l'œil, par l'augmentation de volume de l'humeur vitrée, et non par la même qui, en poussant le cristallin vers l'arrière, doit nécessairement en aggrandir l'ouverture. Le dernier cas malade n'est point un fait local, mais le résultat d'un trouble général dans les fonctions de l'économie; aussi est-ce par un traitement interne et débilitant qu'on parvient à en faire disparaître les effets.

AGGLUTINATION DES SURFACES (pag. 382, t. I<sup>er</sup>; 64, t. II).

13 bis). Dans ce volume, pag. 206, nous eûmes l'occasion de faire l'application de cette loi de l'aspiration, aux phénomènes de rapprochement des surfaces amputées. C'est par le même principe de la même loi que deux surfaces épilées s'agglutinent entre elles; elles s'aspirent mutuellement; le vide se produit entre les surfaces, la pression atmosphérique les rapproche, le sang afflue dans les capillaires de ce centre d'élaboration et d'aspiration; et l'on sépare les deux surfaces préalablement accolées, on les trouve d'autant plus fortement injectées, que le rapprochement a duré plus longtemps.

2. MALADIES DE LA PEAU (p. 103, t. II).

103 bis). Dans le résumé que j'ai publié, dans le *Journal l'Expérience*, 15 mars 1838, n<sup>o</sup> 27, 128, j'ai décrit un fait d'observation qui ne fut présenté à moi que postérieurement à l'impression de la plus grande partie du présent ouvrage. Il milite en faveur de l'opinion que j'ai émise sur l'origine entomologique des maladies de la peau.

Un enfant mâle, âgé de 15 ans, fut pris, à quelques lignes au-dessus du bout du sein droit, d'une démangeaison des plus insupportables, laquelle ne tarda pas à être accompagnée d'une tache qui s'étendait de proche en proche, et qui acquies le lendemain le diamètre d'un écu de France. Le surlendemain il se forma une nouvelle tache à quelques lignes de distance de la première. Les figures 13, pl. VII, et 4, pl. X, de mon *Traité des maladies de la peau*, représentent assez bien l'aspect général et la configuration de ces taches, si ces figures offraient, sur une surface, un travail de petits points noirs, mais peu déterminables à la vue simple. Ces taches appartenaient donc à un *impetigo*, à un *lichen*, à une dartre vive, si l'on veut; elles ont une surface circulaire, purpurine, caractérisée, ou plutôt marquée de séries de granulations rayonnantes du centre à la circonférence, et de ondulations concentriques de points noirs situés entre eux. A la loupe, tous ces petits points noirs affectaient la forme de tout autant de bosses lisses, ovales, incrustées assez profondément dans le tissu de la tache, et atteignant à un demi-millimètre dans leur plus grand diamètre. J'en enlevai un certain nombre; ils se

détachèrent régulièrement, laissant un chaton assez profond dans la plaie, d'où suinta un liquide limpide. En examinant le reste de la surface de la tache, on voyait ces écussons s'effacer pour ainsi dire en s'agrandissant, et, de passage en passage, finir par ne plus offrir de distinct qu'un contour marqué de points noirs par les écussons que nous venons de décrire. J'avais sous les yeux, sous le rapport de la forme générale, et sous celui du développement, l'analogie de ces *kermès* qui s'attachent à l'écorce des végétaux, restent immobiles à la place qu'ils ont une fois adoptée, pondent sans se déplacer, se laissent dévorer par leur progéniture, et meurent épuisés par le développement de leurs enfants qui se tiennent abrités sous la peau de la mère, comme sous un bouclier, jusqu'à ce qu'ils soient en état de se suffire à eux-mêmes, et d'aller se fixer à leur tour dans le voisinage du lieu natal, pour y pondre et y mourir comme avait fait leur mère; d'où il arrive que chaque émigration produit un cercle de points concentriques au point originel. Je plaçai sur le microscope un de ces écussons; son opacité ne me permit pas de lire dans son intérieur, je n'y remarquai pas le moindre accident de surface; mais il sortit de dessous la circonférence, dans l'eau du porte-objet, des globes albumineux, ovoïdes, absolument semblables aux globules du sang des batraciens (pl. 8, fig. 21 b'') et qui s'étendaient comme eux dans l'eau, en présentant un noyau central sur leur aire (3448); circonstance qui ajoute encore davantage à l'analogie; car lorsqu'on place au microscope un *kermès* non encore fixé, du laurier-rose, sur une goutte d'acide sulfurique, pour augmenter la transparence des tissus et lire dans l'intérieur des organes, on aperçoit dans la région abdominale une agglomération d'œufs, dont la configuration rappelle absolument celle des corps que nous venons de décrire. Les *impetigo*, *lichen* et *dartres* nous semblent donc être l'œuvre d'un insecte analogue, si ce n'est identique, aux *kermès* des végétaux; et cette analogie une fois admise, on comprend facilement le mécanisme du développement des taches par rayonnements et par ondulations concentriques; le point central étant la souche de la peuplade; le premier cercle, la rangée de la première génération; le second cercle, la rangée de la 2<sup>e</sup> génération; et ainsi de suite.

Guidé par ces idées d'analogie, j'eus recours à un analogue traitement. Je plaçai une compresse d'eau-de-vie camphrée sur les deux taches: les démangeaisons cessèrent presque subitement; la deuxième tache cessa de s'étendre, elle en resta à

ses premières dimensions; la première tache en date s'oblitéra peu à peu, et en trois jours il ne restait plus de traces ni de l'une ni de l'autre.

#### V. PETITE VÉROLE ET VIRUS DU VACCIN (p. 104, t. II).

(3006 bis). Les rapprochements que nous avons publiés dans le journal *l'Expérience*, 15 mars 1838, page 428, sur la variole, paraissent avoir fixé l'attention des médecins de la capitale; cela m'engage à entrer dans quelques détails que j'avais omis, les jugeant trop incomplets. Le virus-vaccin ne doit pas être confondu avec le virus de la petite vérole, car le virus-vaccin ne se propage pas sur la peau et ne se communique pas au contact; la vaccine, en un mot, ne s'attrape pas comme la petite vérole. Si donc la petite vérole était, comme nous en sommes convaincu, l'œuvre d'un acarié, ce n'est pas dans le produit morbide du virus-vaccin qu'il faudrait se mettre à la recherche de l'insecte, mais bien dans les boutons commençants de la variole elle-même, car c'est là que se trouvent les caractères de sa présence. Le virus-vaccin ne saurait être, dans le cas où l'hypothèse se réaliserait, que le pus lui-même produit par l'œuvre de l'insecte, pus dont la présence imprime désormais aux tissus une qualité qui n'est plus du goût de l'insecte ravageur, et qui le fait fuir de proche en proche; car les acariéens adultes ne vivent jamais dans le pus dont leur présence a déterminé la formation. Il pourrait donc se faire que le virus-vaccin préservât de la petite vérole, quoique ne renfermant pas un seul œuf de l'insecte qui propage la petite vérole; pas plus que ne doit en renfermer le liquide des pustules purulentes de la petite vérole. D'un autre côté, il pourrait se faire que le virus-vaccin renfermât quelques œufs, sans acquérir pourtant des qualités contagieuses; l'œuf insinue entre le derme et l'épiderme à la pointe de la lancette, ne se trouvant plus dès lors dans les conditions que la prévoyance maternelle est seule en état de réaliser. Mais, ayant de prononcer qu'un liquide ne renferme rien d'analogue à un globule, ayez soin de l'étudier, en diminuant l'intensité de la lumière; on ne distingue les globules diaphanes, au microscope, qu'en abaissant le jour; et l'on ne saurait croire combien de gens se trouvent pris à cet écueil de l'observation microscopique (371).

Nous avons cherché à observer le virus-vaccin sur notre petite fille, vaccinée, à l'âge de quatre mois environ, vers le milieu de mars 1837; nous n'y avons aperçu que ce que l'on rencontre dans

toutes les espèces de matières purulentes, à dire des liquides albumineux secrétés par une gangue morbide. L'albumine s'y trouve à différents états, à l'état de précipité globulaire, de dissolution (3458). Ce produit offre d'ordres de substances, une portion toute portion limpide comme l'eau distillée. Par évaporation, ce produit se fendille, comme nous dit du sérum du sang (3514; et les valeurs non avertis seraient exposés à l'effet du retrait du liquide qui se dessèche un caractère d'une cristallisation spéciale produit. Que le liquide abonde ensuite chlorate d'ammoniaque, c'est un fait commun, avons-nous établi dans l'édition du *Nouveau système de chimie*, avec tous les liquides albumineux, presque tous les liquides animaux, chez l'albumine est moins abondante.

#### VI. ASCARIDE VERMICULAIRE (p. 106).

(3018 bis). L'ascaride vermiculaire, ennemi de l'homme, depuis l'enfance jusqu'à l'âge adulte, est un helminthe blanc comme un fil, diaphane comme le verre, qui atteint en longueur jusqu'à cinq millimètres, et dont la forme rappelle tout à fait celle du ver de farine et de la farine en fermentation, à l'exception que la portion antérieure vésiculaire, et que là le corps paraît à chaque côté d'un renflement plus transparent. L'insecte se meut comme l'anguille par des contractions en S. Aux trois quarts environ de sa longueur, est l'ouverture anale, qui est en même temps l'ouverture vaginale. Là, le corps commence à se terminer en une queue courbe, amincie, renfermée, avec laquelle il titille les chairs. Ne nous faisons pas trop inviter les médecins à ne pas se laisser de vue la présence de ces insectes dans le canal intestinal, qui affectent à la fois les cas malades, qui affectent à la fois les cas d'une même famille. En général, on attache trop grande importance, comme caractère de la présence ou à l'absence des démangeaisons au nez. Les ascarides peuvent faire les plus grands ravages dans toute l'étendue du canal intestinal, sans donner ce signe classique de leur présence. Ce signe n'est qu'un cas particulier de migration; les plus jeunes, en effet, se glissent dans la cavité buccale, dans les anfractuosités du nez, dans les fosses nasales; de là ils passent dans le premier cas, et priment ou



violent dans le second. Les personnes envahissent fréquemment aussi ce même prurit dement, prurit incommode et impatientant. On sait alors que les ascarides se dirigent en vers les muqueuses des organes sexuels, irritent de mille manières différentes.

Les familles principalement affectées de cette maladie sont celles qui contractent l'habitude d'un régime lacteux et sucré. Elles guérissent radicalement dès qu'elles adoptent le régime épicé et les boissons alcooliques; ne craignez pas, dans ces cas d'accidents, d'exagérer un peu la dose de camphre qui entre comme condiment dans les préparations culinaires; le soulagement du malade est instantané (3662). Il est peu de gastrites, d'entérites, d'entérites qui ne tirent leur origine de l'action de ces parasites infiniment petits; et c'est, dans les auteurs classiques, des cas de dysenteries, qui n'ont cédé qu'aux drastiques purgatifs.

#### EFFETS DU CAMPHRE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS (p. 115, t. II).

5 bis). J'ai eu occasion, ce printemps, de publier mes essais sur ce procédé; voici quelques-uns des résultats les plus saillants que j'ai obtenus. Au mois d'avril, une foule de jeunes pommiers à feuilles et à fleurs de pommiers et de poiriers, se trouvaient attaqués d'une espèce de ver, produite par la présence de la jeune chenille de ces arbres, qui enlaçait, agglutinait et réunissait, pour ainsi dire, ensemble, le faisceau de branches, en sorte que le cœur du bourgeon lui-même était dépourvu de pâture et les feuilles externes d'abri. J'ai saupoudré quelques parcelles de camphre sur les pommiers attaqués, et le lendemain je les trouvais guéris; le cœur du bourgeon, abandonné par la chenille, s'était développé, et avait rompu, par

sa force d'expansion, les liens qui tenaient les feuilles externes attachées ensemble. Toutes les fois que le même phénomène se présentait à mes yeux, j'avais recours au même expédient, et j'ai toujours obtenu le même résultat. Cependant il faut avouer que les chenilles, larves imparfaites, sont parmi les insectes ceux qui se montrent les plus rebelles à l'action du camphre, et le bravent de plus près; il faut que le camphre les touche presque pour que l'odeur les mette en fuite.

Il n'en est pas de même des insectes parfaits; on les éloigne à de grandes distances, et on force la plupart à s'expatrier, par une parcelle de camphre grosse comme une tête d'épingle. Ainsi un mur assez vieux d'espalier avait été envahi par un assez grand nombre de fourmilières, dont chacune avait pris possession de l'un des trous pratiqués dans les joints des pierres de taille. On les voyait se promener processionnellement, en un long cordon noir, depuis la base du mur jusqu'à la corniche. Le 8 mai, à 4 heures, je plaçai une parcelle de camphre à l'ouverture de chaque trou que je pus découvrir; je vis aussitôt les fourmis reculer avec horreur, au lieu d'entrer, et celles qui étaient dedans sortir avec un empressement extraordinaire; le lendemain, toute la colonie avait émigré; à peine rencontrait-on çà et là un ou deux traînards, et qui peut-être arrivaient là pour la première fois du voisinage. Tant que le camphre a duré, le mur est resté solitaire. Contre les vers qui rongent les racines, tels que le ver blanc ou ver du hanneton, j'ai obtenu des résultats assez appréciables, en arrosant avec de l'eau recueillie dans les tonneaux qui avaient servi au transport des huiles grasses; l'odeur de l'huile les incommode peut-être autant que la substance elle-même, en s'attachant à leurs stigmates respiratoires.



---

# TABLE GÉNÉRALE

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

DES MATIÈRES CONTENUES DANS L'OUVRAGE.

---

Les chiffres arabes indiquent l'alinéa (le premier volume comprend jusqu'à l'alinéa 1769). Les *p* précédés de la lettre *p* renvoient aux avertissements placés en tête du premier volume et notes additionnelles qui terminent le second; les lettres *Pl* aux planches et figures de l'atlas.

## A.

*precatorius*. 3260, 3589.

e (essence d'). 3899.

ion des substances médicinales. 3629.

ie de médecine. t. I, p. 25.—sur les taches  
ng. 3502.

ciences (dépendance officielle de l'). t. I,  
12.

lique (bonne foi). 1491.

osités). 1957.

1216.

ns. 3003.

des moissons. 2088.

gale. 2090.

ocystes. 3012.

098.

148.

. 3782.

atisme. 405.

ormule pondérale des). 4547.

s. 4042.

azotés. 3976.

3787.

fs. 75.

ue. 3999, 4148.

xtraction). 4192.

ue. 4090.

olique. 4059.

éique. 4065.

mlique. 4060.

rique. 4036.

ique. 3797.

Acide camphorique. 4036.

— caprique. 3797.

— caproïque. 3797.

— carbazotique. 4063.

— carbonique. 3993.

— cévadique. 3807.

— cholestérique. 3809, 4064.

— croconique. 3998.

— crotonique. 3807.

— cyanilique. 4054.

— cyanique. 4043.

— cyanurique. 4053.

— élaïodique. 3803.

— ellagique. 4029.

— formique. 4009.

— gallique. 4029.

— gélique. 1136.

— hippurique. 4058.

— hircique. 3802.

— humique. 1131.

— hydrochlorique dans l'estomac. 3545.

— hydrocyanique. 4043.

— indigotique. 4061.

— lactique. 3375, 4011, 4308.

— malique. 4012.

— margarique. 3788, 3803.

— méconique. 4022, 4321.

— mélanique. 4129.

— métagallique. 4029.

— métaméconique. 4022.

— mucique. 3105.

— nitro-leucique. 1586.

— nitropicrique. 4063.

— oléique. 3788.

- Acide oléo-ricinique. 3803.  
 — oxalique. 3105, 3094.  
 — paracyanurique. 4055.  
 — parallinique. 4369.  
 — paramalétique. 4013.  
 — paraméconique. 4093.  
 — paratartrique. 4017.  
 — pectique. 1291.  
 — picrique. 4063.  
 — phocénique. 3794.  
 — phosphovinique. 4154.  
 — prussique. 4045.  
 — purpurique. 4056.  
 — pyrogallique. 4039.  
 — pyromalique. 4012.  
 — pyroquinique. 4094.  
 — pyrotartrique. 4017.  
 — quinique. 4024.  
 — ricinique. 3803.  
 — rosacique. 4057.  
 — stéarique. 3788.  
 — stéaro-ricinique. 3803.  
 — succinique. 4036.  
 — sulféthérique. 4155.  
 — sulfhydrique. 4153.  
 — sulfindyrique. 4090.  
 — sulfopurpurique. 4090.  
 — sulfovinique. 4153.  
 — sulfurique albumineux. 3166.  
 — sulfurique, sulfureux, hyposulfureux, etc. 4549.  
 — tannique. 4025.  
 — tartrique. 4017.  
 — utmique. 1151.  
 — urique. 4051.  
*Acidum papavericum.* 4321.  
 Actine. 3096.  
 Adipeux (lissu). 1467. Pl. x, 50, 59. Pl. xviii, 14, 17.  
 Adraganthe (gomme). 3156.  
*Æsculus* (fécule d'). 1037.  
 Agates. 4274.  
 Agglutination des surfaces. t. II, p. 457.  
 Agriculture. 1171, 1835.  
 — (cours élémentaire d') et d'économie rurale. t. I, p. 6.  
 Aiguille aimantée. 4633.  
 — de dissection. Pl. iii, 18.  
 Alimentation (théorie pondérale de l'). 4633.  
 Air (introduction de l') dans 495.  
 Aîrigne. Pl. iii, 22.  
 Alambic.  
 — en  
 Alambic en verre. Pl. i, 5.  
 Alantine. 1088.  
 Albumine animale. 1496.  
 — végétale. 1245, 1272.  
 — (emploi de l'). 1544.  
 — (réactif de l'). 5160.  
 — soluble et insoluble. 4501.  
 — soluble. 3348.  
 — Pl. vii, 14, 15.  
 — Pl. viii, 1, 18, 19, 20.  
 Alcalis végétaux. 4314.  
 Alcaloïdes végétaux. 4315.  
 — (composition élémentaire des). 4315.  
 — (crystallisation des). 4329, 4370, 7, 9, 11.  
 — (extraction des). 4322.  
 — (propriétés médicales des). 4338.  
 — (réactions des). 4330.  
 Alcaloïdes d'origine animale. 4581.  
 Alchimie. 785.  
 Alcool. 5172, 4414, 4165.  
 — de la combustion. 4167.  
 — de précipitation. 64.  
 — réactif. 84.  
 Alcyonelle. 1928, 3067, 3096.  
 — Pl. vii, 24.  
 Alimentation. 3636.  
 Alizari. 4080.  
 Allaitement. 3395.  
 Allantoïde. 3028.  
 Alliage. 44.  
 Allonge. 194. Pl. iii, 13.  
 Aloés. 3974.  
*Alstrœmeria* (fécule d'). 1018.  
 Alun (usage de l'). 4204.  
 Alunage. 4104.  
 Amalgame. 44.  
 Amandes (huile d'). 5831.  
 — amères (essence d'). 3899.  
 Aménités académiques de l'époque 3326.  
 Amer d'indigo. 4063.  
 — de Welter. 4063.  
 Amidin soluble. 984.  
 — léguminaire. 985.  
 Amidine de Guérin. 981.  
 — de Saussure. 954.  
 Amidon. 881.  
 — A, B, a, b. 971.  
 — (contre hebdomadaires 971.  
 — (go  
 — d

- i (polarisation circulaire de l'). 988.  
 re d'). 3239.  
 ie. 971.  
 inier. 1055, 1074.  
 cerveau. 4462.  
 iacaux (sels). 4312.  
 iaque contre l'ivresse. 3479.  
 late d'). Pl. xvi, 13.  
 rochlorate d'). 4310.  
 ate d'). Pl. xvii, 12.  
 late d'). Pl. xvi, 12.  
 tif. 85.  
 ites. 1821.  
 . 2022.  
 um. 4096.  
 sement de la presse scientifique. t. I, p. 14.  
 .  
 itions. 3495.  
 é (ligneux). 954.  
 s *kataf.* 3333.  
 ie (définition de l'). 779.  
 érale. 4490.  
 é élémentaire. 207.  
 entaire (appareil en grand pour l'). Pl. II, 3.  
 areil microscopique pour l'), Pl. II, 10.  
 men critique de l'). 253.  
 édé de Berzélius. 238.  
 édé de Gay-Lussac. 228.  
 édé de Liébig. 245.  
 édé de Saussure et de Proust. 242.  
 ultats équivoques de l'). 3942.  
 acides non azotés. 3979.  
 vrages (méthode curieuse d'). 1035.  
 roscopique du gaz. 761.  
 roscopique du suc de *Chara*. 3308.  
 ie microscopique. 600.  
 sa *tinctoria*. 4082.  
 ller. 1877.  
 essence d'). 3899.  
 es et végétales (distinction chimérique des  
 ances). 817, 837.  
 cules spermatiques des animaux. 1955,  
 .  
 ollen. 1435.  
 ix branchiés et branchiaires. 3096.  
 vertèbres et inarticulés. 3096.  
 ssence d'). 3899.  
 es académiques. t. I, p. 24.  
 la gélatine. 4607.  
 es. 1401.  
 e (sucre). 3271.  
 tique. 3055, 3269.  
 . 3096.  
 Aponévrose. 1800.  
 Aposépédine. 3374.  
 Apothème brun. 1136.  
 Appareil pour recueillir les gaz. Pl. I, 34.  
 Appréhension (cupules d'). 1632.  
 — (organes d'). Pl. xviii, 5-7.  
 ARAGO, SAIGRY et DURVILLE, t. I, pages 15 et 16.  
 — sur l'eau potable. 4201.  
 — sur les lentilles de diamant. 416.  
 — sur le microscope. 513.  
 Araignée dévidant sa soie. 3075.  
 — (toile d'). 4142.  
*Aranea diadema*. 3075.  
 Arbre à suif. 3831.  
 Arbre à vache. 3328, 3876.  
 Aréomètres. 309.  
*Arepas*. 3422.  
 Argent (nitrate d'). 93.  
 Argonaute. 3096.  
 Aricine. 4364.  
*Arnica*. 3860.  
 Arrosages au moyen des huiles. t. II, p. 459.  
 Arrow-root. 1025.  
 Artères (torsion des). 3498.  
*Artocarpus*. 3950.  
 Art textile. 1174.  
*Arundo saccharifera*. 3187.  
 Ascarides. 3018.  
 Ascaride vermiculaire. t. II, p. 458.  
 Ascidies. 3096.  
 — fossiles. 4273.  
 Asparagine. 4385.  
 — biliaire. 3594.  
 Asparimate d'ammoniaque. 4386.  
 Asphalte. 4222.  
 Asphyxiants (gaz). 1984.  
 Aspiration. 4459.  
*Asa foetida*. 3333, 3970.  
 Assaisonnements (physiologie des). 3658.  
 Association pour la fabrication des laitages. 3403.  
 Astronomie (théorie pondérale de l'). 4655.  
 Atomes et formules des corps. 796.  
 — (distance respective des) chez les diverses sub-  
 stances. 4537.  
 — chimiques formant un système planétaire.  
 4527.  
 — d'Épicure et atomes de Dalton. 4494.  
 — (égalité en poids et en volume de tous les).  
 4518.  
 — (nombre d') de chaque corps que peut contenir  
 le même espace). 4539.  
 — (volume sphérique de calorique qui enveloppe  
 les) chez les diverses substances. 4537.



Attaques académiques contre le nouveau système.

**BBB**

Auditoire officiel. t. I, p. 31.

*Aura seminalis*. 1435, 3682.

Avertissement de cette deuxième édition. t. I, p. 8.

— de la première. t. I, p. 3.

Avoine (analyse de la farine d') 1333.

— (ovaire d') Pl. IX, 1.

Axonge 3831.

Azote (rôle de l') dans l'albumine. 1506

— dans le gluten. 1247.

Azotées (théorie des substances). 837.

## B.

Baobab. 1108.

Bain-marie. 166.

Balance. 207.

Ballon. 43. Pl. III, 10.

— pour peser les gaz. Pl. I, 6.

Barbades (mal des). 2098.

Barégine. 3066.

Barques construites sur le patron des infusoires. 1970.

BARRÉL devant les tribunaux. 3584.

Baryte (nitrate de). 94.

Bases des lissus. 4228.

— salifiables. 4314.

Bassines. 40.

Bassorine. 3183.

BAUMÉ (sel essentiel d'opium de) 4314.

Baumes. 3926.

BAYEN. 789.

BECCARI. 1227.

BECCUREL, sur le chara. 3325.

Belladone (huile de). 3831.

Benjoin. 3928.

BENOÎT XIV et un alchimiste; l'Institut et les pharmaciens. 4321\*.

Benzamylde. 4391.

Benzoyle. 3912.

Bergamote (essence de). 3899.

BENZÉLIUS. 795.

— (classification de). 823.

Besoins. 4469.

*Beta vulgaris*. 3196.

Bettlerave (culture de la). 3206.

— (développement et anatomie de la) 3196.

— (extraction du sucre de la). 3209.

— (sucre de). 3195.

Beurre. 3380, 3358, 3725, 3831.

Bibliothèque. t. I, p. 24.

BICHAT, sur le cœur. 3432.

Bière. 1465. 4170.

Biforcines. 4245. Pl. XVII, 33-35.

Bile. 3560.

— (rôle physiologique de la). 3600.

BIOT, sur l'agriculture chinoise. t. I,

— sur l'amidon soluble. 969.

— sur les sèves. 3343.

Bitume. 4222.

— élastique. 4225.

BLAINVILLE. t. I, p. 17-18, note.

Blanc de baleine. 3831.

Blanchissage. 1184.

Blastoderme. 2074.

Blés charbonnés. 1155.

— perlé (farine de). 1864.

— acé avant la maturité complète. 100

Bleu de Prusse. 3477.

Blutage, bluteau. 1352.

Bocaux. 41. Pl. I, 20.

Bœuf (suif de). 3831.

— (huile de pieds de). 3831.

Bois (structure du) 1877.

— de Brésil. 4085.

— de Campêche. 4086.

— de santal. 4084.

— jaune. 4094.

Bol alimentaire. 3542.

Bolides. t. I, p. 18.

Bonté 3632.

*Boswellia*. 3969.

BOTAL (tronc de). 2047, 3488.

Bouc (suif de). 3831.

Boudin. 3476.

Bourré. 1064.

Brachion. 3096.

*Brachionus ovata*. 3085, 3089. Pl.

BRASSE 1378

Branches 1929.

— des embryons 2065.

— de protée Pl. XI, 3.

— de la spirée Pl. VII, 4.

BROUSSEAD Adolphe. 1436.

BRIE

BRE

BRE

BRE

cristaux des ). 4264.  
 (conservation des). 4204.  
 utérine et fœtale. 2051.  
 na. 4085.  
 té. 114.  
 3359.  
 110, 3425.  
 roulés. 4273.  
 3899.  
 n. 4244.  
 on en grand. 87.  
 it. 176.  
 iliaires. 3596, 4270.  
 res, etc. 1831, 4270.  
 3096.  
 e enveloppant les atomes d'une couche  
 que. 4512.  
 identique avec le calorique rayonnant.  
 182.  
 a gutta. 3333, 3967.  
 a végétal. 3883.  
 ique ou végéto-animal. 4070.  
 lucida. 551.  
 e. 4086.  
 e. 3912.  
 gène. 3912.  
 . 3899.  
 e les épidémies. 3050.  
 e les insectes ravageurs. t. II, p. 459.  
 e les maladies de la peau. t. II, p. 457.  
 la conservation des cadavres. 4204.  
 estinal. 3548.  
 (sa destination). 1658.  
 graisse de). 3831.  
 cre). 3275.  
 ucre de). 3187.  
 (essence de). 3899.  
 ou (pain azyne). 1375.  
 uc. 3950.  
 . 4225.  
 pour le calorique. 4627.  
 vaporatoire. 166.  
 re. Pl. I, 36.  
 3150, 3274.  
 es de chaux, etc. 4299.  
 ation en grand. 179.  
 it. 748.  
 4089.  
 a. 3876.  
 . 4083.  
 us tinctorius. 4083.  
 s. 1794.  
 RASPAIL. — TOME II.

Carvi (essence de). 3899.  
 Caryophylline. 3917.  
 Caséique (acide). 3374.  
 — (odeur) dans le gluten. 1255.  
 Caséuse (matière) du lait. 3372.  
 Caséux (oxyde). 3373.  
 Cassave. 1029.  
 Cassonade. 3188.  
 CASTAING (procès de). 4377.  
 Castilleja elastica. 3354, 3950.  
 Castoréum. 4136.  
 Catalogue du Muséum. t. I<sup>er</sup>, page 27.  
 Cecropia. 3950.  
 Cellulaire (organisation). 1103.  
 Cellules cérébrales. 1615.  
 — végétale. 1101.  
 — (organisation intime de la). 3324.  
 Céphalopodes. 1820, 3087, 3096.  
 Cérancéphalote. 1765.  
 Cercaires. 3096.  
 Cercaria gyrynus. 3001.  
 Céréales (anatomie des grains des). 1300.  
 — (extraction de la fécule des). 1074.  
 — (influence de la culture sur la richesse du pé-  
 risperme des). 1345.  
 — (pesanteur spécifique des). 1347.  
 — des momies. 1035.  
 Cérébrale (masse). 1614.  
 Cérébrote. 1765.  
 Céline. 3867.  
 Cerveau (analyse chimique du). 1755.  
 Ceroxylon. 3876.  
 Cétacés (huile des). 3831.  
 Céline. 3771.  
 Cevadina. 1296.  
 Chalcédoines. 4274.  
 Chaleur. 88.  
 — animale et végétale. 4652.  
 — dégagée par la mouture. t. II, p. 456.  
 Chalumeau. 347.  
 — (réaction du). 689.  
 — de Gahn. Pl. III, 7, 8.  
 — pipette en verre. Pl. III, 9.  
 — à vessie. Pl. II, 9.  
 Chambres de l'œil. 1668.  
 Champignons (sucre de). 3137.  
 Chanvre. 1465. Pl. II, 14.  
 Chapiteau. 188.  
 Chara (analogies du suc des) avec le sang. 3466.  
 — (fécule de). 1009.  
 — (sève du). 3282.  
 Charbon animal. 1548, 4219.

- Charbon de bois. 4218.  
 Charpente (bois de). 1204.  
 Charpie. 1200.  
 Charbonnage. 1218.  
 Châtaigne (féculé de). 1028.  
 — d'eau (féculé de). 999.  
 Châtaignier. 1208.  
 Chaudière microscopique, Pl. III, 21.  
 Chauffage (bois de). 1219.  
 Chaux (carbonate de). 4299.  
 Chênevis. 3831.  
 Chênes. 1209.  
 Chenilles. 4143.  
 Cheveux. 1866.  
 CHEVREUL, sur l'amidon. 965.  
 Chimie (définition de la). 11.  
 — descriptive. 780.  
 — expérimentale. 15.  
 — générale. 4490.  
 — inorganique. 796.  
 — organique (application de théorie atomistique à la). 799.  
 — organique (chaire de). t. I, p. 19.  
 — rationnelle des corps organisés. 4416.  
 Chinois (agriculture des). t. I, p. 18.  
 Chique (insecte). 2028.  
 Chlorate de potasse. 4304.  
 — de potasse. Pl. XVI, 6.  
 Chlorophylle. 3879.  
 Chocolats. 1085.  
 Choléra. 3021.  
 Cholestérine. 3772.  
 Cholestérote. 1765.  
 Chorion (villosités du). 2001. Pl. II, 17.  
 — (Abrilles du). Pl. XI, 18.  
 — Pl. XII, 1-6.  
 — pl. XIII, 5.  
 Chorolide. 1864, 1894.  
 Chyle. 3545.  
 Chymé. 3542.  
 Cicatrisation. 3495.  
 Cidre. 4182.  
 Cils vibratiles. 641, 1924.  
 — illusoirs. 1957.  
 Cinchonine. 4354.  
 Cipipa. 1029.  
 Circulation au microscope. 3484.  
 — animale. 3450.  
 — incolore. 3535.  
 — végétale. 3281.  
 Cire. 3866, 4159.  
 — d'abeilles. 3879.  
 — verte. ?  
 Cisailles. 25.  
 Citrène. 3912.  
 Citron (essence de). 3899.  
 Citronyle. 3912.  
 Citryle. 3912.  
 Civette. 4135.  
 Clairçage. 1544.  
 Clarification. 1544, 3476.  
 Classe première. 877.  
 Classifications. 5.  
 — du nouveau système. 877.  
 Cloche graduée. Pl. I, 9.  
 Cloche à virole. Pl. I, 7.  
 Coagulation du sang. 3462.  
 Coagulum. 110.  
*Coccus lacca*. 3964.  
 Cochenille. 4089.  
 Cocons (qualité des). 4141.  
 Codéine. 4348.  
*Cœcum*. 3549.  
 Cœur (action du). 3431.  
 — (son origine et son développement).  
 Cohober. 203.  
 Collage du papier. 1081.  
 Colle forte. 1836.  
 Collections d'hist. natur. t. I, p. 35.  
 Colombine. 4397.  
*Colon*. 3549.  
 Colophane. 3925.  
 Coloration. 68.  
 — artificielle au microscope. 609, 670.  
 — et calorique. 4600.  
 — (théorie atomistique de la). 4609.  
 Colostrum. 3405.  
 Columbo. 4397.  
 Colza (huile de). 3851.  
 Combat incessant. t. I, p. 28.  
 Combinaison. 4459.  
 Combustion des graisses. 3365.  
 — (théorie atomistique de la). 4631.  
 — violente. 4209.  
 Cornices agricoles. t. I, p. 6, note.  
 Comités historiques. t. I, p. 13.  
 Commission académique, incomptable. 3592.  
 Compilations hostiles. 3524.  
 Compréhensibilité (théorie atomistique de).  
 Comptes rendus de l'Académie. t. I, p. 3.  
 Concentrer. 203.  
 Concours. t. I, p. 23.  
 Condiments épicés. 3662, et t. II, p. 6.  
 Conductibilité pour le calorique. 4627.  
 Cône lumineux. 4616.

ves des eaux sulfureuses et savonneuses.  
 .  
 gations savantes. t. I, p. 22.  
 s scientifiques. t. I, p. 22.  
 de salubrité. t. I, p. 24. 1052.  
 de santé. 1052.  
 ion et non-contagion. 3044.  
 vation du lait. 3394.  
 ution actuelle du monde. 4525.  
 ction musculaire. 1573.  
 1220.  
 l. 3925.  
 . 3928.  
 du Levant. 4396.  
 e des mollusques. 1807.  
 e de l'œuf. 1830.  
 1818.  
 ombilical. 2031, 2074.  
 de l'œil. 1659.  
 (substance). 1857.  
 . 1877.  
 s en verre en position. Pl. I, 24.  
 et allonge. Pl. III, 13.  
 roids attirant les corps chauds et récipro-  
 ment. 4529.  
 pondance privilégiée. t. I, p. 18.  
 1677.  
 pieds. 1882.  
 sur le chara. 3282.  
 réponse aux diatribes de). 2074.  
 Pl. II, 16.  
 lons du placenta. Pl. XIII, 1, 2, 4, 5.  
 rs et coloration. 4067.  
 sation des) 1729.  
 racines. 25.  
 les pour le chalumeau. 560. Pl. I, 16.  
 latine. Pl. I, 16.  
 s (piqûre des). 2084.  
 e. 1588.  
 4130.  
 te. 3899, 3908.  
 t. Pl. I, 14.  
 in. 1670, 1700.  
 I, 20.  
 isation en grand. 146.  
 etit. 714.  
 uence des tissus organiques sur la). 4266.  
 nomène curieux de). 3182.  
 rie de la). 4570.  
 VIII, XVI, XVII.  
 lle. 3079.  
 x de sucre. 3059.  
 oils. Pl. IX, 8.

*Crocus*. 4097.  
*Croton cocciferum*. 3964.  
 — *tinctorium*. 4092.  
 — (huile de). 3831.  
 Crown-glass. 405.  
 Cruor. 3425.  
 Crustacés. 1826.  
 Cryptogamie. 3865.  
 Cucurbite. 188.  
 Cuiller en platine. Pl. I, 15.  
 Culture (influences de la). 1345.  
 Cupules d'appréhension. 1652.  
 — Pl. XVIII, 5-12.  
*Curcuma*. 4096.  
 Cuves. 212.  
 — à dissection. 335, 614.  
 Cuve à dissection. Pl. III, 2.  
 — à mercure (grande). Pl. I, 17.  
 — à mercure (petite). Pl. I, 15.  
 — à vin. 4171.  
 CUVIER. t. II, p. 12, 26.  
 — sur le bras d'un poulpe. 1635.  
 Cyanogène. 4043.  
 Cyanourine. 4129.  
 Cylindres élémentaires des tissus. 1554.

## D

Dadyle. 3912.  
 Dahline. 1088.  
 Dammara. 3928.  
 Dartres vives. t. II, p. 457.  
 Datiscine. 1088.  
 Dauphin (huile de). 3831.  
 Décantation. 120.  
 Décoction. 32.  
 Décomposition. 117.  
 — alcoolique. 4144.  
 — ammoniacale. 4193.  
 — ignée. 4209.  
 Décreusage. 4104.  
 Dédicace. t. I, p. 1.  
 Déglutition. 3542.  
 Délécampe. 1088.  
 Delphine. 4365.  
*Delphinus*. 3831.  
 Démonstration (principes de la). 271.  
 Densité. 316.  
 — indiquant les rapports du nombre des atomes.  
 4520.  
 — de deux substances différentes. 774.

Dents. 1886.

Déphlegmer. 203.

Déplacement (filtration par). 185.

Dermatoses. 3000, et L. II, p. 457.

DROSNE, sur l'opium. 4315.

Désagrégation. 186.

DESCARTES (théorie de) sur la vision. 1704.

DESCHAMPS, sur le quinquina. 4317.

Désorganisation. 1 5.

— (produits de la). 4107.

— saccharo-glutinique. 4144.

DESPARTZ (classification de). 822.

Dessiccation. 173.

— du bois. 1170.

Dessins au microscope. 605. Atl. p. 4.

Deuxième partie de l'ouvrage. 780.

Développement cellulaire. 1486.

— (théorie du). Pl. xx.

Dextrine. 969, 973, 1276.

— (pain de). 1387.

Diabète (sucre de). 3249.

Diamant ramené à l'état de charbon. 4212.

— (lentilles de). 417.

Diaphanéité. 4606.

Diascasse. 974, 1273.

Digestion. 29, 30.

— (produit de la). 3557.

— (théorie de la). 3617.

*Dioscorea*. 1016.

Diploé. 1799.

Diplome. 1726.

Disposition et symétrie des organes. 4433.

Dissection microscopique. 610.

Dissolution. 23, 629, 4560.

Dissolvant. 27.

Distance focale. 403.

Distillation. 187.

— en grand. 195.

— en petit. 756.

— des corps gras. 3613.

Division mécanique. 23, 600.

DUZONG, sur les alcaloïdes végétaux. 4319.

Dumas, évaluant le poids des globules du sang. 3520.

*Duodenum*. 3549.

Durillons. 1882.

DUVILLER et LAGUE, t. I, p. 15 et 16.

DUTOCHET. 408, 1169, 1131.

Duvet. 1241.

Duvet (méthodes de) sur les globules du

sang.

Duvet.

Duvet.

## E.

Eau de précipitation. 69.

— se changeant en plomb. 4522.

— des prisons. 4201.

— potable. 4201.

— (formule pondérale de l'). 4542.

— de Cologne. 4101.

— (goutte d') sur une lame de fer rouge.

— sure. 1078.

Eau-de-vie. 3172, 4144.

— de grana. 4188.

Ébène. 1216.

Ébénier (faux). 1216.

Écailles. 1882.

Éclairage. 3837.

— au gaz. 4220.

Éclairs (théorie pondérale des). 4640.

Économie publique. 3626, 3644.

Écorce des végétaux. 1119.

EDWARDS, sur la gélatine. 3613.

Effervescence au microscope. 665.

Égoïste. 4468.

EISENBERG, sur les infusoires. 3079.

Élaboration. 4459.

Élaïdine. 5767.

Élasticité (théorie pondérale de l'). 461.

Éléancéphol. 1705.

Électricité (théorie atomistique de l').

Éléments fibrillaires des étoffes. 1152.

— organiques des tissus. 877.

— inorganiques des tissus. 4229.

Élém. 3925.

Élimination en grand. 102.

— en petit. 746.

Éléphantiasis. 2098.

Élytres. 1839.

Émail des dents. 1890.

Embaumement des cadavres. 4205.

Emboîtements musculaires. 1363.

Embryogenie. Pl. xix, 9-22.

Embryon (l') de l'homme passe t-d

mes des autres animaux ? 2063

— permanents. 2064.

Embryonnaires (tissus). 1988.

Émétique. 4365.

Émulsion (théorie de l'). 4017.

Empoisonnement. 3634.

Empoison (théorie de l'). 056.

Empoison. 112, 115.

Enocis. 3533.

— antique. 3049.

— (théorie de) sur les globules du sang.



**Encre d'imprimerie.** 3843.

— indélébile. 4227.

**Endosmose.** 808. Pl. II, 11.

**Engrais.** 1833.

**Enseignement libre.** t. I, p. 23.

**Épice** (pain d'). 3277.

**Épiderme.** 1627, 1898. Pl. XIII, 6-8; XVIII, 5-7.

**Éponges.** 4241.

**Éprouvette.** 42.

— diverses. Pl. I, 10, 11, 12.

**Érable.** 1215.

— (sucre d'). 3191.

**Ergots.** 1880.

**Erigne.** Pl. III, 22.

**Esprit de bois.** 4161.

**Esprit-de-vin.** 4144.

**Esprit pyroligneux.** 4161.

**Essences végétales.** 3886.

**Estomac chez les divers animaux.** 3670.

— (fonction spéciale de l'). 3628.

**Éther acétique.** 4160.

— de la combustion. 4161.

— réactif. 89.

— sulfurique. 4150.

— improprement dits. 4157.

— formique. 4160.

— hydriodique. 4160.

— hydrochlorique. 4160.

— nitrique. 4160.

— oxalique. 4160.

**Étoiles filantes.** t. I, p. 18.

**Études** (plan d'). t. I, p. 20.

**Eudiomètre.** Pl. II, 2.

**Eugénine.** 3917.

**Euphorbe.** 3333, 3965.

**Eupione.** 4226.

**Évaluation approximative.** 46, 656.

**Évaporation.** 163, 746.

**Excréments.** 4115.

— pris pour des œufs. 3079.

**Excrétions.** 4108.

**Exhalation.** 4109.

**Exhumations.** 4288.

**Expectorations.** 3015. Pl. II, 23, 24.

**Experts devant la loi.** 3503.

**Expertise de la chimie légale.** 3506 bis, 3687, 4376.

**Extractif animal.** 3697.

**Extraction des corps gras.** 3832.

**Extrait.** 39, 172.

**Eryséac** (l'abbé). t. I, p. 1.

## F.

**Fagopyrum.** 1034.

**Fabrication saccharine.** 3185.

**Falsification du lait.** 3388.

— du vin. 4172.

**Farine.** 1317.

— (analyse des). 1330.

— (rendement des). 1393.

— (sophistication des). 1051, 1391.

— (éléments microscopiques des). Pl. VII, 1-13.

**Farine des montagnes.** 4245.

**Fausseté de l'esprit.** 4468.

**Fèces.** 3598.

**Fécondation par le pollen des feuilles.** 1459.

— (ovaire avant et après la). 1324.

**Fécule.** 881.

— (caractères physiques des grains de). 889.

— (caractères physiques des diverses). 1007.

— (caractères microscopiques des diverses). Pl. VI.

— (collage du papier à la cuve par la). 1081.

— (composition chimique du grain de). 909.

— (disposition des grains de) dans les cellules végétales. 991.

— (ébullition de la) dans le lait. 1046.

— (extraction de la). 1055.

— (extraction en grand de la gomme de). 1082.

— (hile des grains de). 1000.

— (lavage des). 1045.

— (nutribilité de la). 1048.

— (organisation des grains de). 896.

— (panification par la). 1049.

— pour repasser le linge. 1047.

— (sophistication des farines par la). 1051.

— (substance soluble de la). 909.

— succédanée de la poudre de lycopode. 1084.

— (tableau micrométrique des diverses). 1036.

— (tégument de la). 908.

— (théorie ancienne, théorie nouvelle). 934.

— (usages de la) en thérapeutique. 1053.

— des lichens. 1037.

— verte. 1098. Pl. VI, 20.

**Féculerie.** 1058.

**Féculiste.** 1055.

**Fenouil** (essence de). 3899.

**Ferment.** 4130, 4149.

**Fermentation.** 4164.

— alcoolique. 4144.

— pauvre. 3176.

— putride. 4193.

— saccharine. 3172.

— (théorie atomistique de la). 4621.

**Ferula.** 3970.

Feuilles (pollen des). 1458.  
 Fèves (analyse des). 1340.  
 Fibrine. 1538, 3517.  
*Ficus*. 3950.  
 Fiel. 3560.  
 Fièvre. 3044.  
 Filasse. 1183.  
 Filtrage de l'eau. 4901.  
 Filtration par déplacement. Pl. 1, 33.  
 Filtre. 122. Pl. 1, 18.  
 Fusibilité. 1169.  
 Flacons. 40. Pl. 1, 21, 22.  
 — à étiquette. Pl. III, 16.  
 Flandre agricole de Valenciennes. 3195.  
 Fleur du vin. 4177.  
 Flintglass. 405.  
 Fluaté de chaux. 4268.  
 Fluidité. 65.  
 Fœtus des vertébrés (développement du). 2045.  
 Foie 3560.  
 Folie. 4468.  
 Fonction. 4459.  
 Fonds secrets pour les sciences. t. I, p. 43.  
 Formules atomistiques des corps gras. 3820.  
 Fossiles microscopiques. 4245.  
 Fossilisation. 4273.  
 Fourmi (traits de dévouement de la). 4479.  
 France. t. I, p. 28.  
*Fraxinus ornus*. 3251.  
 Frêne. 1213.  
 Fromage. 3391.  
 Froment (analyse de la farine du). 1331.  
*Fucus*. 4405.  
 — (coloration des). 1037.  
 Fumée. 4214.  
 Fusibilité. 4618.  
 Fusion. 46.  
 Putaie (demie et haute). 1211.

## G.

*Gadus*. 1848.  
 Gaïac. 3938.  
*Galactodendron*. 3422.  
*Galbanum*. 3966.  
 Gale (insecte de la). 2090. Pl. xv.  
 Galks mystifiant les savants de la capitale. 2090.  
 Galvanisme (théorie atomistique du). 4630.  
 Ganglion. 1610.  
 Garance. 4080.  
 — (matière colorante de la). Pl. xvi, 1, 5.

Gaude. 4005.  
 Gaz. 278.  
 — asphyxiants et délétères. 1984.  
 — intestinaux. 3554.  
 — d'éclairage. 4220.  
 Gazéification. 4565.  
 Geindre. 1378.  
 Géine. 1131.  
 Gélatine. 1856.  
 — alimentaire. 3607.  
 — imposée par un projet de loi. 362.  
 Gélivure. 1220.  
 Genièvre (essence de). 3899.  
 GEORROY SAINT-HILAIRE, président  
 des sciences. t. I, pag. 10.  
 GEORGE et TROCOURT. 417, 420.  
 Germination des céréales (produits de  
 Gestation. 2039.  
 Girofle (essence de). 3899.  
 Glairine. 3666.  
 Glandes (structure des). 2677.  
 — lacrymale Pl. xviii, 1, 2.  
 Glandulaire (organisation). 1618.  
 Glutine. 1272.  
 — biliaire. 5504.  
 Globulaire (précipité). 1271.  
 Globules au microscope. 650.  
 — de l'œil. 1756.  
 — du sang. 3439, 3509.  
 — du sang (singulière évaluation)  
 3520. Pl. viii, 21.  
 — glutineux. 1288.  
 Globuline du sang. 3521.  
 Glu. 1597, 3956.  
 Gluten. 1220.  
 — (emploi du). 1595.  
 — (soudure du). 1503.  
 — et sucre. 3174.  
 — malaxé en grand. 1076, 1080.  
 Glutine. 1272.  
 Glycérine. 3255, 3770.  
*Glycyrrhiza*. 3260.  
 Gommage. 1082.  
 Gommés. 3099.  
 — (analyse élémentaire des). 3128.  
 — adragant. 3133.  
 — arabe. 3120.  
 — artificielle. 3119.  
 — d'amidon. 3116.  
 — du pays. 3120.  
 — (usages de la). 3143.  
 — résine. 3063.  
 — ammoniacale. 3071.

ique. 3950.  
 34.  
 37.  
 en grand. 155.  
 iques. 716. Pl. v, 15.  
 ues (mesures). 4306.  
 s mesures). 4583.  
 16.  
 1223.  
 du). 1638.  
 ue. 4596.  
 ce d'eau-de-vie de). 3899.  
 if. 4451.  
 és (perlage des). 1368.  
 graisse. 1470.  
 sommité des épis. t. I, page 19.  
 9.  
 espèces de). 3826.  
 tion des). 1467.  
 lipeux. Pl. x, 30. 39, Pl. xviii, 14, 17.  
 ladie des vins. 4176.  
 (théorie pondérale de la). 4647.  
 le. 3495.  
 e pondérale de la). 4641.  
 7.  
 grand. 176.  
 scope. 752.  
 5.  
 ien. 4170.  
 le la classification, 880.  
 classification. 3097.  
 classification. 3718.  
 classification. 3975.  
 ssage. 1363.  
 nouveau système. t. I, page 11.  
 ionveau. 789.  
 us. 3860.  
 . 3860.

## H.

. 25.  
 lon. 4086.  
 r la vision. 1705.  
 alyse des). 1340.  
 le. 1635.  
 1635.

Hématosine. 3521.  
 Hêtre. 1212.  
 Hile des grains de fécule. 1000.  
 — des granules adipeux. 1470.  
 — du pollen. 1411.  
*Hippomane*. 3950.  
 Hircine. 3779.  
 Homme (analogie et symétrie des organes de l').  
 4440.  
 — (graisse d'). 3831.  
 — (l') est une unité. 4488.  
 Hordéine. 1296. Pl. viii, 1-14.  
*Hordeum vulgare*. 1030.  
 Hospices. t. I, page 24.  
 Hospice de l'école. 4203.  
 Houblon. 1438, 1465.  
 Houille. 1153.  
 Houx. 1397.  
 Huiles grasses. 3722.  
 Huile (arrosages avec l'eau mêlée d'). t. II, p. 459.  
 — (diverses espèces d'). 3826.  
 — (principe doux de l'). 3255.  
 — (réactif de l'). 3160.  
 — s'organisant. 4292.  
 — vierge. 3833.  
 — (caractères d'un mélange d') et sucre. 3182.  
 — essentielles ou volatiles. 3886.  
 Humeurs de l'œil. 1699.  
 — vitrée. 1670.  
 Humus. 1131.  
 Hydre. 1930, 3096.  
 Hydrochlorate d'ammoniaque. 4310.  
 — de potasse et de soude. 4302, 4303.  
 Hydrogène (formule pondérale des combinaisons  
 de l'). 4558.  
 — carboné. 3929, 4150.  
 Hygrométrie. 1187.

## I.

Iconographie microscopique (règles de l'). Atl.  
 p. 4.  
 Idée. 4465.  
 Ignose. 1016.  
*Ileum*. 3549.  
 Illusions microscopiques. 620.  
 — sur la cristallisation. 3514.  
 — relative aux cristaux. Pl. xvii. 13.  
 Image renversée. 1706.  
*Impetigo*. t. II, p. 457.  
 Imprégnation. 29.  
 Impression. 4465.  
 Improvisations hebdomadaires. 3523.

Incinération en grand. 180.

— en petit. 748.

— (sels de l'). 4399.

Incrustation. 4939.

Incubation. 2039.

Indigo. 4090.

*Indigofera*. 4090.

Induction. 319.

Infection du lait. 3396.

Infusion. 31.

Infusoires (classification des). 3090, 3097.

— des maladies de la peau. 3001.

Inhumations. 1835.

Insectes (circulation chez les). 3446.

— (effets morbides de la présence des). 3040.

— (élytres des). 1829.

Instinct et raison. 4078.

Institutions scientifiques. 2, et t. I, p. 13.

Intestins. 3348.

— grêle. 3348.

intestins (villosités des) 1909.

Intestinales (fibrilles). Pl. xi, 3, 4.

Intrigue scientifique. t. I, p. 21.

Inuline. 1088.

Iode réactif. 90.

— (son action sur la fécule). 948.

Iodure d'amidon. 951.

Iris de l'œil. 1065, 1097

— (fécule d'). 1023.

— (racine d'). 4254.

*Isatis tinctoria*. 4090.

Isomorphisme. 156.

Ivresse (antidote de l'). 3479.

## J.

Jaguar (graisse de). 3831.

*Janipha* (fécule de). 1029.

Jasmin (essence de). 3907.

*Jatropha*. 3950.

Jaugeage. 274.

Jaune-amer. 4063.

— de l'œuf. 2033.

*Jejunum*. 3548.

Journal de chimie médicale (frais d'esprit du). 3592.

Journaux scientifiques officiels. t. I, p. 14.

Jugement de l'esprit. 4485.

— académiques. t. I, p. 35.

*Juniperus*. 3355, 3069.

Jurés des cours d'assises (1832). 3506 bis.

## K.

Kermès (animal analogue aux), engendrant le dardre. t. II, p. 457.

Kérone. 3096.

Kirschwasser. 4188.

Kolpodes. 1924, 3096.

Kyste. 1805.

— du poignet. 3026. Pl. xii, 7-12.

Kwas. 4180.

## L.

Laboratoires officiels. t. I, p. 21

Lac lake. 4100.

Lactine. 3257.

Laine. 1866. Pl. ii, 15.

Lait animal. 3549.

— d'ânesse. 3415.

— de brebis. 3418.

— de chèvre. 3417.

— de femme. 3408.

— de jument. 3416.

— non sécrété par les mamelles. 3419.

— de vache. 3413.

— végétal. 3528, 3431.

— (falsification du). 3388.

— (infection morbide du). 3396

— (forêt académique dans le). 3360.

— (principes d'analyse du). 3397.

— (sucre de). 3257.

— (théorie des phénomènes du). 3360.

Laiteries. 3589.

Lambeaux de branchies pris pour des res. 1948.

Lampe d'émailleur. 357. Pl. ii, 8.

— à alcool pour le chalumeau. Pl. i, 2.

Languas (fécule de). 1025.

Langue (nerfs de la). 1647.

— de porc. 4204.

Laque. 3964.

Larmes. 4114.

Laurier (huile de). 3831.

Lavage. 24.

Lavande (essence de). 3499.

LEBAULT. 105, 360.

— sur le chara. 5526.

LEUWENBOECK, traduit à contre-sens. 967.

— sur les cristaux du vinaigre. 4508.

LEUWENBOECK. 1289.

LEUWENBOECK (gluten des). 1363.

es simples. 409.  
 r le microscope. 402.  
 liamant. 415.  
 ingentes d'eau. 409.  
 ie. 1583.  
 . 1376. 4181.  
 tion. 118.  
 e. 1376. 4181.  
*phra* (œuf de brachion). 3089. Pl. xix, 8.  
 in et homme pudique. 3993.  
*n roccella*. 4088.  
 a (substance féculode des). 1037.  
 a (dermatose). 678.  
 . 1119.  
 ents. 1803.  
 ux (structure du). 1102.  
 omposition élémentaire du). 1115.  
 ucre de). 3239.  
 25.  
 caractères microscopiques du) 1191. Pl. II,  
  
 uile de). 3723. 3831.  
 la Nouvelle-Zélande. 1182.  
 (repassage du). 1047.  
*spermum*. 4287.  
 évité des arbres. 1109.  
 e ou lentille. 425.  
 orloger. Pl. III, 5.  
 onine. 3066.  
 ère (identité de la) et de la chaleur en elles-  
 mes. 4586.  
 des ténèbres (influence de la). 36.  
 line. 1438.  
 nalyse de la). Pl. x, 1-12.  
 ode (poudre de). 1084.  
 ollénine du). 1424.  
 phe. 5535.

## M.

ération. 29.  
 ENDIE. 1627.  
 ir les globules du sang. 3514.  
 ma. 110.  
 nétisme (théorie pondérale du). 4631.  
 . 1031.  
 cils vibratiles du périsperme du). 1939.  
 idies des vins. 4173.  
 ixation. 126. 1238.  
 n grand. 1076.  
 es graisses. 1467.  
 . 4223.

Manganèse dans les pelures de pomme. 3585.  
 Manioc. 1029.  
 Manipulation en grand. 15.  
 — au microscope. 382.  
 Manne (sucre de). 3251.  
 Marc. 39.  
 Margarine. 3765.  
 Margarone. 3782.  
 Marmites. 40.  
 Marsouin (huile de). 3831.  
 Marteau. 25.  
 Mastic. 3928.  
 Mastication. 3542.  
 Matières colorantes. 4067.  
 — colorante du sang. 3468. 3521.  
 — noire. 4101.  
 — fécale. 3598.  
 — grasse du sang. 3525.  
 — verte. 4098.  
 Matras. 43.  
 Méchanceté. 3632, 4475.  
 Méconine. 4351.  
*Meconium*. 1909.  
 Mecque (baume de la). 3928.  
 Médecine légale. 4288.  
 — sur le sang. 5499.  
 — sur les empoisonnements par les alcaloïdes  
 végétaux. 4376.  
 — sur les taches de sperme. 3687.  
 Médecins magistrats. t. I, p. 25.  
 Médicaments. 3664.  
 Méduline. 1117.  
 Méduses. 3096.  
 Mélaine. 4138.  
 Mélange ammoniacal. 67.  
 — formé par la précipitation. 56.  
 Mélanourine. 4129.  
 Mélasse. 3188.  
 Membranes (fausses). 3039.  
 — animales. 1548.  
 Membraneux (tissu) des animaux. 1548.  
 Mémoire. 4474.  
 Menstrue. 28.  
 Menthe (essence de). 3899.  
 Méridien (mesure du) entachée d'une erreur de  
 30 mètres. t. I, p. 17.  
 Merisier. 1214.  
 Mesure. 274.  
 — micrométriques des globules du sang. 3510.  
 Métaux réactifs. 91.  
 Météorisation. 3554.  
 Météorologie (théorie pondérale de la). 4639.  
 Méthylène. 4163.



- Meule. 25, 1332.  
 Meules horizontales et verticales. t. II, p. 456.  
 Micromètres. 491.  
 Microscope composé. 453.  
 — double. 459.  
 — double et ses dépendances. Pl. v.  
 — simple. 429.  
 — de voyage. 450. Pl. iv, xi.  
 — horizontal d'Amici. Pl. v, 14.  
 — (mécanisme du). 4, 6.  
 — (monture du). 425.  
 — (théorie du). 384. Pl. iv, 1-12.  
 — divers (examen critique des). 528.  
 — (règles sur l'emploi du). 554.  
 — (valeur des). 511.  
 Microscopiques (étude des animaux). 3077.  
 Miel. 4139.  
 — (sucre de). 3333.  
 Miliolites. 3096.  
 Miroir du microscope. 453, 537.  
 — mobile du microscope double. Pl. iii, 3.  
 Moelle des os. 1798.  
 — des végétaux. 1117.  
 Molécule organique à l'instant de sa formation.  
 4421.  
 Molette. 25.  
 Monax. t. I, p. 25.  
 Molle (substance). 1348.  
 Mollusques. 3096.  
 — (œil des). 1687.  
 — (ovologie des). 1810.  
 Momies (céréales des). 1035.  
 — (toile des). 1109.  
 Monade. 3080. 3096.  
 Mondes et atomes. 4657.  
 Monox. t. I, p. 12, et n° 4204.  
 Monstruosités diadelphes. 2059.  
 Morale spéciale à chaque classe d'êtres. 4483.  
 Mordant. 4104.  
 Morphine. 4343.  
*Morphium*. 4318.  
 Mortier. 25.  
 — en agate. Pl. i, 29.  
 — en verre. Pl. i, 28.  
*Morus tinctoria*. 4094.  
*Moschus*. 4134.  
 Moscouade. 3188.  
 Moules de rivière. 1926.  
 Moussache. 1029.  
 Moutarde (essence de). 3889.  
 — jaune (huile de). 3831.  
 — noire (huile de). 3831.  
 Mouton (graisse de). 3831.  
 Monture. 1330.  
 — (nouveau p.  
 — (théorie de  
 Mucilage végét.  
 Mucine. 1272.  
 Mucus. 4126.  
 — animal. 369.  
 — de la bile.  
 — nasal. 4111.  
 Muqueuses. 31.  
 Musc. 4134.  
 Muscade (ess.  
 — (beurre de  
 Muscle. 1560.  
 — (structure  
 Mycodermes.  
*Myrica carij*  
 Myricine. 386.  
 Myrrhe. 3333.  
 Mystification  
 Nacre artific.  
 Naphthaline. 4.  
 Naphle. 4222.  
 Narcéine. 434.  
 Narcotine. 41.  
 — (cristallisa  
 — (procédé c  
 Navet des Ba  
 Navette (huile  
 Neige (théori  
 Néologismes  
 Népotisme ac  
 Néréide. 3091.  
 Nerve transfo  
 — optique. 1.  
 — optique de  
 — optique du  
 — (structure  
 — Pl. xiv.  
 Nérissine. 304.  
 Nettoyage de  
 Névrioline. 1.  
 Névriolème. 1.  
 Nicholson (ba  
 Nitrate d'ami  
 Noir animal.  
 — de fumée.  
 Noisetier. 121.

huile de). 3831.  
 additionnelles. t. II, p. 456.  
 at. 3277.  
 eau système de chimie organique (exposi-  
 du). 826.  
 . 1216.  
 ion. 3663, 4459.  
 éorie de la). 3602.

## O.

lif. 451.  
*us granulatus* (bras de l'). 1632. Pl. XVIII,  
 2.  
 ies. 4241.  
 réactif. 95.  
 sang en médecine légale. 3506.  
 s. 1654, 4105.  
 t et calorique. 4597.  
 gane de l'). 1651.  
 ctif. 96, 3506.  
 natomie de l'). 1655.  
 iv, 13-25.  
 ide chimique des pièces anatomiques de l').  
 8.  
 ructure théorique du globe de l'). 1729;  
 8, 4611.  
 tte (huile d'). 3831.  
 animal et graine végétale. 4451.  
 anc d'). 1407.  
 moule. Pl. VII, 25.  
 quille de l'). 1830.  
 gétal, — animal. 2070.  
 raise d'). 3831.  
 (corps d'). 2068.  
 . 3753.  
 i. 3969.  
 (huile d'). 3831, 3833.  
 r. 1217.  
 . 4398.  
 variacées. 4245.  
 alions (théorie des). 4617.  
 s. 1880.  
 tions en grand. 21.  
 petit. 329.  
 m. 3333.  
*onax*. 3333, 3971.  
 ger (fleur d'). 3899.  
 ette. 4082.  
 s. 1033.  
 e humaine. 1749.  
 A et hospice de l'école. 1203.  
 les taches de sang. 3499.

Orfila et Lesueur en contradiction avec Orfila. 4377.  
 Orfraie (vision de l'). 1728.  
 Organes mâles (analogie des). 3683.  
 Organiques (caractères généraux des matières).  
 866.  
 Organisantes (substances). 3718.  
 Organisation et inorganisation (leur analogie).  
 4654.  
 — progressive de l'hydrogène carboné. 3941.  
 Organisatrices (substances). 3097.  
 Organisées (substances). 879.  
 Orge. 4179.  
 — (analyse de la farine d'). 1334.  
 — (farine d'). 1313.  
 — (ovaire d'). Pl. IX, 4.  
 — (sucre d'). 3276.  
 — torréfié. 1035.  
*Ornithogalum*. 1032, 4245.  
 Orobanche. 1036.  
 Orseille. 4088.  
 Os (analyse chimique des). 1784.  
 — (coloration des). 1854.  
 — (emploi des). 1832.  
 — (organisation des). 1772.  
 — (substances analogues aux). 1806.  
 Osmazôme biliaire. 3594.  
 Ossifications anormales. 1805.  
 — (théorie des). Pl. XII, 5.  
 Oule et calorique. 4598.  
 — (organe de l'). 1748.  
 Ouvrage (division de l') 14.  
 Ouvrages et mémoires (liste des) antérieurs à la  
 publication du nouveau système. t. I, p. 5.  
 Ovaires animaux. 1993.  
 — bourgeon. 1462.  
 — des céréales. 1324.  
 — de graminée dans l'acide sulfurique. Pl. IX, 3.  
 Ovologie. Pl. XIX.  
 Ovule animal. 1992.  
 Ovuligère du poignet. 3038.  
 — Pl. XII, 7-12.  
 Oxalate d'ammoniaque. 97.  
 — (cristallisation de l'). 4339.  
 — de chaux cristallisé. 4254.  
 — Pl. VIII, 7, 8.  
 — Pl. XVII, 8-11.  
 Oxamide. 4389.  
 Oxydes (formule pondérale des). 4546.  
 Oxymel. 3278.

## P.

Pain sans levain. 1375.

- Pain des chimistes.** 3641.  
**Palmier (huile de).** 3831.  
**Palmine.** 3769.  
***Palo de vacca.*** 3328, 3422.  
**Pancréas.** 3559.  
***Panicum.*** 1036.  
**Panification.** 1374.  
   — par la fécule. 1049.  
   — (procédés de la). 1374.  
   — (théorie de la). 1380.  
**Papeterie.** 1183.  
**Papilles cornées.** 1885.  
**Papiers réactifs.** 53, 98.  
**Papillon (poussière de).** Pl. xvii, 3. 4.  
**PAPIN et WATT.** 1836.  
   — sur la gélatine. 3607.  
***Papyrus.*** 1174.  
**Paraffine.** 4226.  
**Paragrélage.** 4645.  
**Paramèce.** 3096.  
**Parasites de l'épiderme.** 3082.  
   — des muqueuses. 3007.  
   — des séreuses. 3024.  
**Parement.** 1083.  
**Parigline.** 4369.  
**PARMENTIER.** 1227.  
**Partie 1<sup>re</sup> de l'ouvrage.** 15.  
   — 2<sup>e</sup>. 780.  
   — 3<sup>e</sup>. 4416.  
   — 4<sup>e</sup>. 4490.  
**Parturitions doubles.** 2054.  
**Pâtisseries.** 1086.  
**Pâturages (influence des) sur le lait.** 3393.  
**PAYEN et PERSOZ.** 974.  
**Peau (maladies de la).** 3000, et t. II, p. 457.  
**Peinture.** 3843.  
**Pélagrine des Incas.** 1012.  
**PELLETIER et CAVENTOU.** 4321.  
**Pénalité.** 4192.  
**Pensée (combinaison de la).** 4463.  
   — (organe de la). 4460.  
**Perches.** 1877.  
**Perlage.** 1560.  
**Perles.** 1815.  
**Pérou (baume du).** 3928.  
**PERSOZ et PAYEN.** 974.  
**Pesage.** 293.  
**Pesanteur spécifique.** 293.  
**Pesée.** 293.  
   — humaines. 4112.  
**Pèse-liqueurs.** 314.  
   — Pl. II, 7.  
**Peste.** 3044.  
**Pétrins.** 1385.  
**Pétrissage antique.** 1385.  
   — moderne. 1377.  
**Pétrole.** 4223.  
**Peucyle.** 3912.  
**Peuplier.** 1210.  
**Pharmacien magistrat.** t. I, page 23.  
***Phaseolus* (fécule de).** 1015.  
**Phocénine.** 3773.  
**Phœnodine.** 3521.  
***Phormium.*** 1182.  
**Phosphate de chaux cristallisé.** 4245.  
   — de chaux. Pl. xviii, 7, 14.  
**Phosphore.** 4404.  
***Physeter.*** 3831.  
***Phytolacca.*** 4245.  
**Picromel.** 3564.  
**Picrotoxine.** 4396.  
**Pièces anatomiques (conservation des) par le camphre, etc.** 4204.  
   — par le sucre. 3269.  
***Pigmentum.*** 4101.  
**Pile voltaïque (action de la) sur les tissus braneux.** 1558.  
**Pilon.** 25.  
**Pilosités animales.** 1866.  
**Pin.** 1211.  
***Pinus larix.*** 3251.  
**Pinces.** 604.  
   — à charbon. Pl. I, 30.  
   — à creuset. 45. Pl. I, 31.  
   — à cuiller. Pl. I, 32.  
   — à dissection. Pl. III, 18.  
**Pin (huile de).** 3831.  
**Piney (huile de).** 3831.  
**Piquants.** 1874.  
**Places et sinécures.** t. I, page 23.  
**Placentas (théorie de la formation des)** 2009. Pl. XI, 8.  
   — divers des mammifères. 2035. Pl. I, 4, 5.  
**Plagiat.** t. I, page 22.  
**Plaies (insecte des).** 3002.  
**Plan de l'ouvrage.** t. I, page 30.  
**Platine (muriate de).** 92.  
**Plâtrage des luzernes.** 4253.  
**Plongeur microscopique.** 617.  
   — Pl. III, 19.  
**Plomb (acétate et sous-acétate de).** 43014.  
**Pluie (théorie pondérale de la).** 4641.  
**Plumes.** 1881.  
**Pockels (vésicule de).** 2058.

sur la salseparine. 4369.  
 des cristaux. 734.  
 ux. 734. Pl. ix, 8.  
 des). Pl. xiii, 6-8.  
 se des). 1340.  
 essie natale des). 1848.  
 e. 4225.  
 n circulaire. 970. 3343.  
 e à l'étude du sucre. 3261.  
 ntifique. t. I, page 23.  
 96.  
 1.  
 cules spermatiques du). 1435.  
 ières (analyse microscopique du). 1408.  
 -29.  
 cide sulfurique. Pl. ix, 6.  
 anes foliacés. 1438. Pl. x, 1-16.  
 1424.  
 s (organes). 1400.  
 m. 1034.  
 nisme. 158.  
 nalogie et structure primordiale du )  
 omme. 1578, 4452.  
 1816.  
 m. 3860.  
 terre (extraction de la fécule de). 1058.  
 e d'eau-de-vie de). 3899.  
 main. 249. Pl. ii, 4.  
 lité (théorie de la). 4647.  
 sse de). 3831.  
 icaux. 1463.  
 ueur. 1628.  
 udière. 635.  
 l'horloger. 336. Pl. iii, 4.  
 452.  
 carbonate de). 4300.  
 chlorate de). 4303.  
 le de). 4306.  
 de; d'où viennent-elles aux végétaux?  
 . 100.  
 5096.  
 (tubercules du). 3012.  
 lion en grand. 110.  
 it. 710.  
 globulaire. 644, 650, 3465.  
 source de mélanges. 58.  
 1835.  
 on action sur le lait). 3357, 3393.

Présure. 3359.  
 Presse scientifique. t. I, page 20.  
 Prisons (choléra dans les). 3050.  
 Procès ciliaires. 1669, 1698.  
 Propension. 4465.  
 Propriétés nutritives. 3602.  
*Proteus diffusus*. 4273.  
 PROUST. 1296.  
 Prune (huile de). 3831.  
 Prunelle. 1650.  
 Prussiate de potasse réactif. 102.  
*Pterocarpus*. 4084.  
 Ptyaline. 3539.  
 Puff académique. 971.  
*Pulex penetrans*. 2098.  
 Pulpe. 59.  
 Pulvérisation. 25.  
 Punaise. 2086.  
 Pupille. 1660.  
 — (dilatation morbide de la). t. II, page 456.  
 Purification des huiles. 3834.  
 Putréfaction. 4195.  
 PUYMAURIN, sur la gélatine. 3607.  
 Pyrale de la vigne. 3056.  
 Pyramides des cristaux, en relief et en creux.  
 4302, note.  
 Pyrétine. 4226.

## Q.

Quartz hyperoxyde. 4240. Pl. xvii, 2-5.  
 Quatrième partie de l'ouvrage. 4490.  
 Quercitron. 4093.  
*Quercus tinctoria*. 4093.  
*Quillaia smegmadermos*. 3331.  
 Quinine. 4354.  
 — (cristallisation de la). 4340.

## R.

Raffinage. 3188.  
 Ramollissement des os. 1835.  
 Raifort sauvage (essence de). 3899.  
 Raisin (huile de). 3831.  
 — (structure du). 4167.  
 — (sucre de). 3225.  
 Raison humaine. 4455, 4456.  
 Raisonnement. 4465.  
 Raphides. 4252.  
 Rapports verbaux (suppression des). t. I, page 24.  
 Réactifs. 46.  
 Réactions au chalumeau. 689.  
 — au microscope. 611.

Réactions en grand. 46.

— en petit. 656.

Récompense solennelle offerte et non accordée:

t. I, p. 9-11.

Rectifier. 203.

*Rectum*. 3549.

Réflexion. 385.

— (théorie atomistique de la). 4603, 4604.

Réformateur (le) et l'Académie. t. I, p. 15.

Réfraction. 385.

— (études de la). 889, 1500, 1540, 4604.

— (théorie atomistique de la). 4601.

Réfrigérant. 203, 4187. Pl. II, 1.

Régime alimentaire (influence du) sur le moral.  
3631.

Régisse (sucre ou suc de). 3259.

Rein. 2080.

RENUCCI. 2090.

Répulsion. 4534.

*Reseda luteola*. 4095.

Résines. 3919.

Résistance du bois. 1224.

Respiration. 1962.

Respiratoires (organes) des animaux aériens.  
1961.

— (organes) des microscopiques. 1923.

Ressui. 1065.

Rétine. 1664, 1695.

— (rôle de la). 1705.

Retrait d'une substance au microscope. 744.

*Rhamnus jujuba*. 3964.

— *tinctorius*. 4098.

Rhizopodes. 1824.

Rhubarbe (cristaux de la). 4263.

Rhum. 4188.

Ricin (huile de). 3723, 3831.

Rinçage. 1065.

*Ritta-Christina*. 2060.

Riz (analyse de la farine de). 1335.

ROBIQUET, sur la morphine. 4319.

Romarin (essence de). 3899.

Rose (essence de). 3899.

Rosée (théorie pondérale de la). 4646.

Rotifère. 1576, 1924, 5096, 5788. Pl. XIX, 1-5.

Rouissage. 1174.

Routoirs. 1176.

*Rubia tinctorum*. 4080.

Rutiline. 4393.

## S.

Sabadilline. 4566.

Sabots. 1880.

Saburres. 3018.

*Saccharum officinale*. 5187.

Safran. 4097.

Sagou. 1011.

*Sagus* (fécule de). 1011.

SAIGY. t. I, p. 15, et n° 105.

Saindoux. 3831.

Salep. 1033.

Salive. 3538, 4115.

— (au microscope). Pl. XI, 6.

Salicine. 4393.

*Salicornia*. 4403.

Salseparine. 4369.

*Salsola*. 4403.

SANCTORIUS. 4112.

Sandaraque. 3928.

Sang. 3425.

— acide. 3482.

— blanc chez les animaux à sang rouge.

— (composition du) d'après la nouvelle  
3526.

— (examen critique des travaux récents)  
3508.

— humain laiteux. 3481.

— (révolution académique sur la théorie  
bules du). 3515.

— (usages du). 3476.

Sang-dragon. 3928.

Sangsue. 3096.

Sapidité (théorie de la). 1638.

Sapin. 1214.

— (huile de). 3831.

*Sapindus*. 3860.

Saponaire. 3860.

Saponification. 3858.

— (produit de la). 3787.

Saponine. 3862.

Sarrasin (analyse de la farine de). 1351.

Sassafras (essence de). 3899.

Sassage. 1352.

Saveur, réactif. 104.

Savants jugés par la presse ministérielle  
p. 26.

Saveurs. 1638.

Savons. 3739, 3847.

Scalpels. Pl. III, 17.

Scammonée. 3973.

Scie. 25.

Science (la). les sciences. 1.

— (morcellement des). 4492.

— (unité de la). 6.

Sclérotique. 1663, 1689.



5.  
 4018.  
 01.  
 l'opium. 4316.  
 re de). 4158.  
 1825.  
 yse de la farine de). 1335.  
 bière. 4180.  
 iacaux. 4312.  
 icroscopique des). 4410.  
 lans les séves. 4294.  
 d'opium. 4314, 4340.  
 icroscopique des). 4298.  
 l. viii, 12 a.  
 gie des). 1752.  
 que. 4590.  
 s des). 1622.  
 1622, 3050.  
 1753.  
 024.  
 188.  
 i.  
 34.  
 a, sur la morphine. 4318.  
 5, 3518.  
 .  
 e. 3282.  
 es (diverses espèces de). 3327.  
 re ou interstitielle. 3335.  
 ères). 2060.  
 e. 103. Pl. ii, 5.  
 aique. 4275.  
 inée avec l'épiderme. 4287.  
 ée. 4233. Pl. xvii, 2-5.  
 t. i, p. 23.  
 . t. i, p. 25.  
 2.  
 . Pl. i, 26.  
 8.  
 ine. 971.  
 4369.  
 3974.  
 4468.  
 1courageant. 1052.  
 876.  
 i. .  
 .  
 es. 4660.  
 5.  
 grand. 26.  
 , 629.  
 que. 4560.
- Son des farines pris pour un principe immédiat.  
 1320.  
 — des farines. Pl. vii, 1-13.  
 Son et oule. 1750.  
 Sophistication des huiles. 3837.  
 Souchet comestible. 1036.  
 Soude. 4403.  
 — (carbonate de). 4301.  
 — (carbonate de). Pl. xvi, 8-10.  
 — (hydrochlorate de). 4302.  
 Souffleurs. 336.  
 Soufre dans l'acide sulfurique. 4550.  
 — (formule pondérale des combinaisons du)  
 4558.  
 Sous-acétate de plomb. 105.  
 Souscriptions universitaires. t. i, p. 27.  
 Sperme. 3671.  
 Sphère d'aimant naturel. 4635.  
 Sphincter du pollen. 1423.  
 Spirale pour les essais au chalumeau. Pl. iii, 16.  
 Spires dans les cellules animales. 4431.  
 — des racines. 3202.  
 Spongille. 4233. Pl. xvii, 1-5.  
 STAHL. 788.  
 Stéarine. 3753.  
 Stéaroconote. 1765.  
 Stéarone. 3782.  
 Stries d'une dissolution. 641.  
 Structure intime des membranes. 1553.  
 Strychnine. 4360.  
 Stuc. 4231.  
 Subérine. 1126.  
 Substances alimentaires. 3602, 3626.  
 — animales et végétales. 818, 837.  
 — grasses. 3719.  
 — organiques. 3975.  
 — organisantes. 3718.  
 — organisatrices. 3097.  
 — organisées. 879.  
 — verte des végétaux. 5879.  
 Subvention scientifique. t. i, p. 20.  
 Suc gastrique. 3546, 4115.  
 — intestinal. 3558, 4115.  
 — pancréatique. 3559, 4115.  
 — végétaux (influence des) sur la décomposition  
 des sels. 4409.  
 — de chara (circulation et analyse du). 3282.  
 Pl. viii.  
 Succin. 4221.  
 Suçoirs des poulpes, 1632.  
 Sucre. 3248.  
 — (analyses élémentaires des). 3263.  
 — artificiel. 3239.

Sucre (caractères spécifiques du). 3178.  
 — (cristallisation du). 3182, pl. xvii, 15-32.  
 — (extraction du). 3186.  
 — gluténique. 1279.  
 — ( caractères d'un mélange de ) et d'huile. 3182.  
 — (propriété fermentescible du). 3172.  
 — (réactif du). 3160. Pl. ix.  
 — de réglisse et picromel. 3589.  
 — (topographie du) dans la betterave. 3201.  
 — (usages du). 3267.  
 Sueur. 4110.  
 Suie. 4214.  
 Suif. 3851.  
 Sulfate de chaux, réactif. 106.  
 Sulfocyanure de potasse dans la salive. 3541.  
 Supports. 43.  
 Symétrie des organes animaux. 4433.  
 Sympathique (grand). 1606.  
*Symphoricarpos*. 1097.  
 — Pl. vi, 27.  
 Symphorine. 1097.  
 Synovie. 3694.  
 Synthèse de l'observation en grand. 271.  
 — des infiniment petits. 775.  
 Système de l'ouvrage. 780.  
 — (exposition du nouveau) de chimie organique. 826.  
 — nerveux. 1599.

## T.

Tabac (huile de). 3831.  
*Tabernæmontana*. 3422.  
 Table laboratoire. 352. Pl. iii, 1.  
 — atomistique. 796.  
 Tabletterie. 1217.  
 Taches de sang en médecine légale. 3499.  
 — de lait, etc., en médecine légale. 3687.  
 Tact (organe du). 1623. Pl. xviii, 5-7.  
 Taïa. 4188.  
 Tamis. 125.  
 Tanin. 4025.  
 Tapioka. 1029.  
 Tarare. 1356.  
 Tartrate albumineux de potasse. 4308.  
 — de chaux. 4257. Pl. viii, 6.  
 — de potasse. 4306. Pl. viii, 9-14.  
 Taurine. 3594.  
 Téguments de la fécule. 908.  
 Teinture. 4103.  
 Temps (action du). 915.

Tendons. 1800.  
 Térébenthine (essence de). 3899, 3928.  
 Terrage. 3188.  
 THÉNARD (classification de). 817.  
 — (observation microscopique de). 5136.  
 Théorie atomistique classique. 788, 3127.  
 — (examen critique de son application à mie organique). 799.  
 — (réfutation de la). 4494.  
 — relativement à l'acide acétique. 4002.  
 — générale. 4540. Pl. xx.  
 — organique. 4416. Pl. xx.  
 — pondérale des atomes. 4540.  
 — spiro-vésiculaire. 1105, 1494, 4416.  
 Thérapeutique. 1594, 3664.  
 Tige à supports. Pl. iii, 6. 11.  
 Tine (pains de l'île de). 1392.  
 Tisserands (parement des). 1083.  
 Tissus. 1174.  
 — (combinaison des bases terreuses avec). 4274.  
 — (éléments organiques des). 877.  
 — (éléments inorganiques des). 4228.  
 — adipeux. 1467.  
 — adventifs et parasites. 2081.  
 — caduques. 1898.  
 — cellulaire animal. 1590.  
 — cornés. 1857.  
 — embryonnaires. 1988.  
 — glandulaires. 2077.  
 — musculaires. 1560.  
 — nerveux. 1598.  
 — osseux. 1770.  
 — ouvrages. 1188.  
 — respiratoires. 1922. Pl. vii, 16-24.  
 — spontanés. 3062.  
 — vasculaires. 2075.  
 Tolu. 3928.  
 Tonka (essence de). 3899.  
 Tonnerre (théorie pondérale du). 4640.  
 Topinambour d'Amérique. 1024.  
 Torpille électrique. 4631.  
 Toucher. 1623.  
 — et calorique. 4591.  
 Tourbières. 1154.  
 Tournesol. 4092.  
 Transparence des œufs. 2042.  
 Transporteur de gaz. 215.  
*Trapa* (fécule singulière de). 991.  
 Trébuchet. 298.  
 TRÉCOURT et GEORGES. 417.  
*Trichocephalus*. 1633.  
 Trichodes. 3096.

partie de l'ouvrage. 4416.  
 le Fallope. 2000.  
 arbres. 1211.  
 combustion. 230, 238, 246. Pl. II, 3.  
 coïncidences. 756. Pl. III, 23.  
 pour les réactifs. 345, 662. Pl. III, 20.  
 l'électricité. Pl. I, 23.  
 le verre pour souffler. 363. Pl. I, 27.  
 l'écaille de). 1022.  
 l'usage de l'homme. 4440.  
 les éléments. 4439.  
 174.  
 singulière de). 991.

## U.

131.  
 ale. 296.  
 que. 4489.  
 selle. 4665.  
 ia. 5950.  
 il.  
 e sang. 3478.  
 150, 4116.

## V.

3006, et t. II, p. 458.  
 x animaux (formation des). 3487.  
 ture intime des). 3497.  
 lantes. 1103.  
 ix des racines. 3202.  
 . III, 15.  
 . 316.  
 tion. 4565.  
 . 4403.  
 3006, et t. II, p. 458.  
 1095.  
 lin (évaluation de ses procédés analyti-  
 . 3502.  
 is sels essentiels. 4320.  
 ice légale. 4475.  
 es serpents. 4137.  
 gulier. 1635.  
 de l'*octopus* pris pour un). Pl. XVIII, 8.  
 ie. 4362.  
 PAIL. — TOME II.

Vermicelle. 1086.  
 Verre (art de souffler le). 362.  
 — à patte. 42. Pl. I, 19.  
 — de montre. 630.  
 Vert de vessie. 4098.  
 Vertèbre (type de la). 4455, note.  
 Vertu. 4470.  
 Vertueux. 4468.  
 Vesce cultivée (féculé de la). 1026.  
 Vésicule allantolde. 2066.  
 — érythroïde. 2069.  
 — ombilicale. 2033, 2056, 2066.  
 — organisée (développement de la). 4424.  
 — de Purkinje. 2067.  
 Vessie à transporter les gaz. 215. Pl. I, 8.  
*Vibrio parvillifer*. 4245.  
 Vicieux. 4468.  
 Vide. 167.  
 — (théorie pondérale du). 4662.  
 Vierge qui file. 3074.  
 Vignes ravagées par les insectes. 3086.  
 Villosités des intestins. 3550.  
 Vinaigre de bois. 4215.  
 — (cristaux du). 4308.  
 — des quatre voleurs. 4192.  
 Vinification. 4166.  
 Vins. 4166.  
 VIREY (J.-J.). t. I, p. 9.  
 Virus vaccin. t. II, p. 458.  
 Vision et calorique. 4599.  
 — (mécanisme de la). 1704.  
 — (conditions essentielles de la). 1680.  
 — (théorie de la). Pl. IV, 13-25.  
 Vernis. 3957.  
*Viverra*. 4135.  
 VOGEL, sur la morphine. 4319.  
 Volatilité. 66.  
 Volonté. 4465.  
 Volume. 278.  
 Vorticelle. 1578, 1932, 3096.  
 — Pl. VII, 23. Pl. VIII, 5.  
 Vouède. 4095.  
 / Vue (organe de la). 1655.

## W.

WATT et PAPIN. 1836.  
 Woolf (appareil de). 220, 4186.  
 — Pl. I, 25.

## X.

## Z.

Xyloïdine. 1164.

## Y.

*Ya-rieou* (suif de). 3831.

Yeuse. 1217.

*Zea maïs*. 1031.

Zimôme. 1272.

Zomidine. 3715.

Zoohématique. 3521.

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE.

# TABLE DES MATIÈRES

DU PREMIER VOLUME, PAR ORDRE DE CHAPITRES.

	Pages.		Pages.
Acc.	1	<b>CHAPITRE VIII. — DÉMONSTRATION OU</b>	
issement de la première édition.	3	<b>SYNTHÈSE.</b>	84
des travaux qui lui ont servi de		§ I. Jaugeage.	lb.
base.	5	§ II. Pesage.	87
issement historique de la deuxième		§ III. Induction.	92
édition.	8		
d'œil analytique sur les change-			
ments apportés à la seconde édition.	30		
des préliminaires.	33		
CONTENU DE LA CHIMIE ET DE L'OUVRAGE.	35		
		<b>DEUXIÈME SECTION.</b>	
		<b>MANIPULATIONS EN PETIT.</b>	95
		<b>CHAPITRE I. — APPAREILS DE MANIPULA-</b>	
		<b>TION EN PETIT, POUR TOUTES LES OBSERVA-</b>	
		<b>TIONS QUI NE DÉPASSENT PAS LES LIMITES</b>	
		<b>DE LA VISION DISTINCTE, OU TABLE LABORA-</b>	
		<b>TOIRE.</b>	lb.
		Chalumeau et ses divers appareils.	98
		<b>CHAPITRE II. — APPAREILS POUR LES MANI-</b>	
		<b>PULATIONS AU MICROSCOPE.</b>	104
		§ I. Théorie du microscope.	105
		§ II. Mécanisme du microscope.	109
		Lentilles.	110
		Loupe.	114
		Microscope simple.	lb.
		Microscope de voyage.	lb.
		Microscope simple de cabinet.	115
		Théorie du microscope composé.	116
		Monture du microscope composé.	117
		Tube du microscope.	118
		Porte-objet.	119
		Miroirs.	lb.
		Microscope double.	120
		Mesures micrométriques.	124
		Influence de la valeur du microscope	
		sur le mérite des observations.	129
		Revue critique des divers micro-	
		scopes.	153
		§ III. Emploi du microscope; consi-	
		dérations générales sur la manière	
		de se servir de cet instrument.	139
<b>PREMIÈRE PARTIE.</b>			
<b>PULATIONS OU CHIMIE EXPÉRI-</b>			
<b>MENTALE.</b>	37		
<b>PREMIÈRE SECTION.</b>			
<b>MANIPULATIONS EN GRAND.</b>	39		
<b>CHAPITRE I. — DIVISION MÉCANIQUE.</b>	lb.		
<b>CHAPITRE II. — SOLUTION ET DISSOLUTION.</b>	41		
<b>CHAPITRE III. — ÉVALUATION APPROXIMA-</b>			
<b>TE OU ÉTUDE DES RÉACTIONS.</b>	43		
<b>CHAPITRE IV. — PRÉCIPITATION.</b>	53		
<b>CHAPITRE V. — ÉLIMINATION.</b>	61		
<b>CHAPITRE VI. — DISTILLATION.</b>	65		
<b>CHAPITRE VII. — DÉCOMPOSITION OU ANALY-</b>			
<b>SE ÉLÉMENTAIRE.</b>	69		
I. Distillation gazeuse des substances			
organiques, ou analyse élémen-			
taire.	74		
Procédé de Gay-Lussac.	lb.		
— Berzélius.	76		
— Saussure.	77		
— Liebig.	78		
II. Réflexions critiques sur les in-			
ductions que le chimiste est dans le			
cas de tirer de l'analyse élémen-			
taire.	80		



CHAPITRE III. — DIVISION EN PETIT DES CORPS INORGANIQUES, ET ANATOMIE DES CORPS ORGANISÉS.	148
CHAPITRE IV. — SOLUTION ET DISSOLUTION EN PETIT.	154
CHAPITRE V. — ÉTUDE DES RÉACTOINS EN PETIT.	158
Réactions par le chalumeau.	162
CHAPITRE VI. — PRÉCIPITATION EN PETIT.	164
CHAPITRE VII. — ÉLIMINATION EN PETIT.	171
CHAPITRE VIII. — DISTILLATION EN PETIT.	173
CHAPITRE IX. — ANALYSE MICROSCOPI- QUE DES GAZ ET DES ÉLÉMENTS ORGANI- QUES.	174
CHAPITRE X. — SYNTHÈSE DE L'OBSERVA- TION DES INFINIMENT PETITS.	177

## DEUXIÈME PARTIE.

SYSTÈME OU CHIMIE DESCRIPTIVE.	179
--------------------------------	-----

### PREMIÈRE SECTION.

SYSTÈME DE CHIMIE ORGANIQUE.	180
§ I. Histoire de la théorie atomistique.	181
Table atomistique.	185
§ II. Application de la théorie atomisti- que aux phénomènes de la chimie organique.	191
§ III. Histoire de l'endosmose.	194
§ IV. Modifications apportées à l'ensei- gnement classique de la chimie or- ganique.	197
§ V. Exposition du nouveau système de chimie organique.	200
§ VI. Exposé succinct des principaux caractères chimiques et physiologi- ques des matières organiques.	209

### DEUXIÈME SECTION.

CLASSIFICATION DU NOUVEAU SYSTÈME DE CHIMIE ORGANIQUE.	211
PREMIÈRE CLASSE.	
ÉLÉMENTS ORGANIQUES DES TISSUS.	1b.
PREMIER GROUPE.	
SUBSTANCES ORGANISÉES.	212

### PREMIÈRE DIVISION.

#### SUBSTANCES ORGANISÉES VÉGÉTALES.

##### PREMIER GENRE. — Amidon.

§ I. Caractères physiques des particules de cette substance en général.	
§ II. Phénomènes de réfrangibilité qu'on observe sur le grain de fécule.	
§ III. Organisation des grains de fécule.	
§ IV. Composition chimique des grains de fécule.	
§ V. Action du temps sur la fécule intè- gre, et dont les téguments n'ont pas éclaté.	
§ VI. Action du temps sur la fécule so- luble dont les téguments ont éclaté par la chaleur.	
§ VII. Action du temps sur les tégu- ments.	
§ VIII. Réfutation de l'ancienne théorie relative à l'amidon.	
§ IX. Réfutation des théories officielles qui ont suivi l'apparition du nou- veau système.	
1° Latine de Leeuwenhoeck tra duit par l'Académie.	
2° Dextrine et diastase.	
§ X. Disposition des grains de fécule dans les cellules. — Féculés du typha et du trapa.	
§ XI. Hile et structure intime des grains de fécule.	
§ XII. Caractères physiques des princi- pales espèces de féculés.	
Tableau des dimensions des grains de fécule.	
§ XIII. Substance féculoïde des li- chens.	
§ XIV. Applications pratiques des §§ pré- cédents.	
Économie domestique.	
Repasse du linge.	
Nutribilité de la fécule.	
Panification.	
Sophistication des farines par la fé- cule.	
Thérapeutique.	
Art du féculiste et de l'amidonniér.	
Féculerie de pommes de terre.	
Amidonneries.	
Collage du papier à la cuve.	
Gommage.	

Parement.	271	§ VI. Légumine.	313
Succédané de la poudre de lycopode.	Ib.	§ VII. Acide pectique.	Ib.
Chocolats.	Ib.	SIXIÈME GENRE. — Hordéine.	315
Pâtisseries et vermicelle.	272	§ I. Description microscopique des organes isolés par la mouture.	Ib.
DEUXIÈME GENRE. — Inuline.	272	§ II. Quels sont ceux de ces organes dont se compose l'hordéine.	316
TROISIÈME GENRE. — Féculé verte.	274	§ III. Topographie des organes élémentaires dans la graine des céréales.	319
QUATRIÈME GENRE. — Ligneux.	Ib.	§ IV. Applications pratiques.	320
§ I. Organisation du ligneux.	275	A la farine de froment.	Ib.
§ II. Consistance progressive des tissus cellulaire et vasculaire.	276	— d'avoine.	321
§ III. Action du temps sur les tissus ligneux.	Ib.	— de seigle.	322
§ IV. Densité et composition élémentaire du ligneux.	277	— d'orge.	Ib.
§ V. Moelle des végétaux.	278	— de riz.	Ib.
§ VI. Écorce des végétaux.	279	— de sarrasin.	323
§ VII. Ulmine, humus, géine, acide humique et ulmique.	281	— de pois, haricots, fèves, etc.	324
Houille.	285	1° <i>Influence de la culture sur la richesse du péricarpe des céréales.</i>	Ib.
Tourbières.	Ib.	2° <i>Théorie de la mouture des céréales.</i>	325
Blés charbonnés.	Ib.	Perlages.	328
§ VIII. Combinaison prétendue du ligneux et de l'amidon.	286	Nouveau procédé de mouture.	329
§ IX. Transformations réelles et imaginaires du ligneux par l'action des acides.	Ib.	Perlage des grains avariés.	330
Xyloïdine.	287	Produits de la mouture.	Ib.
§ X. Application de ces résultats.	290	3° <i>Panification.</i>	331
A la physique.	Ib.	Pétrissage.	333
— Fissilité du bois.	Ib.	Essai théorique du pétrissage.	Ib.
— Dessiccation du bois.	Ib.	Pétrin mécanique.	334
— Agriculture.	291	Mélange des farines.	336
— Arts textiles.	Ib.	Rendement des farines.	337
— Papeterie.	299	§ V. Emploi du gluten en thérapeutique.	Ib.
— Blanchissage des toiles et du papier.	Ib.	§ VI. Emploi du gluten dans les arts.	338
— Caractères des éléments fibrillaires des tissus ouvragés.	295	§ VII. Glu.	Ib.
— Charpie.	296	SEPTIÈME GENRE. — Organes polliniques.	339
— Charpente, tabletterie et autres arts.	297	PREMIÈRE ESPÈCE. — Pollen des anthères.	Ib.
INQUIÈME GENRE. — Tissu glutineux.	302	§ I. Caractères physiques des grains de pollen.	Ib.
§ I. Organisation du tissu glutineux.	Ib.	§ II. Développement des grains de pollen.	Ib.
§ II. Différences spécifiques du gluten.	304	§ III. Organisation et analyse microscopique du grain de pollen.	340
§ III. Rôle de l'azote dans la composition élémentaire du gluten.	305	§ IV. Qu'est-ce que la pollénine?	343
§ IV. Caractères physiques et propriétés chimiques du gluten malaxé.	308	§ V. Examen critique de quelques autres substances qu'on a signalées dans le pollen.	344
§ V. Zimôme, gliadine, glutine, albumine végétale, mucine et diastase.	310	§ VI. Aura seminalis.	Ib.
		DEUXIÈME ESPÈCE. — Pollen des organes foliacés.	345

§ I. Organisation et analyse microscopique de la lupuline d'Yves.	345
§ II. Applications aux analyses en grand.	347
§ III. Applications à la physiologie.	lb.
§ IV. Applications à l'industrie.	349

## DEUXIÈME DIVISION.

SUBSTANCES ORGANISÉES ANIMALES.	349
PREMIER GENRE. — Tissu adipeux.	lb.
§ I. Caractères physiques des granules adipeux.	lb.
§ II. Organisation du granule adipeux.	351
§ III. Développement du tissu adipeux.	352
§ IV. Applications.	353
§ V. Bonne foi académique sur cette question.	lb.
DEUXIÈME GENRE. — Albumine animale.	355
§ I. Organisation du blanc d'œuf.	lb.
§ II. Origine de l'azote que l'analyse élémentaire signale dans l'albumine.	357
§ III. Action de la chaleur sur l'albumine.	358
§ IV. Action des bases sur l'albumine.	359
§ V. Action des acides sur l'albumine.	lb.
§ VI. Action du courant voltaïque sur l'albumine.	360
§ VII. Identité de la fibrine et de l'albumine insoluble.	lb.
§ VIII. Usages de l'albumine.	361

TROISIÈME GENRE. — Substances membraneuses des organes animaux. — Généralités.

§ I. Consistance et réfrangibilité de la membrane animale.

§ II. Structure intime de la substance membraneuse.

PREMIÈRE ESPÈCE. — Tissu musculaire.

§ I. Structure intime de l'organe musculaire.

§ II. Mécanisme de la contraction musculaire.

§ III. Caractères chimiques du muscle.

DEUXIÈME ESPÈCE. — Tissu cellulaire.

TROISIÈME ESPÈCE. — Tissu nerveux.

§ I. Structure intime des nerfs.

§ II. Organisation de la masse cérébrale.

1° Toucher ou organe du tact.

2° Organe du goût.

3° Organe de l'odorat.

4° Organe de la vue.

A. *Étude anatomique de l'œil.*

B. *Étude chimique des diverses pièces qui rentrent dans la structure de l'œil des mammifères.*

C. *Mécanisme de la vision.*

5° Organe de l'ouïe.

6° Analogie des cinq organes sensuels entre eux.

7° Sensibilité.

§ III. Composition chimique de la masse cérébrale.

# TABLE DES MATIÈRES

DU DEUXIÈME VOLUME, PAR ORDRE DE CHAPITRES.

	Pages.		Pages.
<b>SUITE DU PREMIER GROUPE.</b>		<b>DOUZIÈME ESPÈCE. — Tissus spontanés.</b> 116	
<b>QUATRIÈME ESPÈCE. — Tissu osseux.</b>	1	§ I. Tissus spontanés de l'eau.	Ib.
§ I. Organisation des os.	Ib.	§ II. Tissus spontanés de l'air.	119
§ II. Examen des analyses chimiques qui ont eu pour objet l'étude des diverses espèces d'ossifications ci-dessus énumérées.	4	<b>COROLLAIRE. — Étude des animaux infusoires.</b>	121
§ III. Substances analogues aux os chez les divers animaux.	11	1° Règles générales relatives à cette étude.	123
§ IV. Usages des os et des ossifications.	25	2° Projet de classification des animaux du bas de l'échelle.	126
<b>CINQUIÈME ESPÈCE. — Tissus cornés.</b>	29	<b>DEUXIÈME GROUPE.</b>	
§ I. Origine nerveuse des tissus cornés	Ib.	<b>SUBSTANCES ORGANISATRICES.</b> 127	
§ II. Énumération des diverses substances cornées.	30	<b>PREMIÈRE DIVISION.</b>	
<b>SIXIÈME ESPÈCE. — Tissus caducs et épuisés. — Épiderme.</b>	39	<b>SUBSTANCES VÉGÉTALES.</b> 128	
<b>SEPTIÈME ESPÈCE. — Tissus respiratoires.</b>	42	<b>PREMIER GENRE. — Gomme.</b> Ib.	
§ I. Tissus respiratoires aquatiques.	Ib.	<b>PREMIÈRE ESPÈCE. — Gomme d'amidon.</b> 131	
§ II. Tissus respiratoires aériens.	52	<b>DEUXIÈME ESPÈCE. — Gomme artificielle.</b> 132	
§ III. Phénomènes chimiques de la respiration.	53	<b>TROISIÈME ESPÈCE. — Gomme arabique.</b> Ib.	
<b>HUITIÈME ESPÈCE. — Tissus embryonnaires.</b>	58	<b>QUATRIÈME ESPÈCE. — Gomme du pays.</b> 134	
§ I. Caractères chimiques des tissus embryonnaires.	Ib.	<b>CINQUIÈME ESPÈCE. — Gomme adragant.</b> 135	
§ II. Histoire de l'ovule.	59	Usages de la gomme. 137	
§ III. Examen critique de quelques opinions récentes relatives à l'embryologie humaine.	82	<b>DEUXIÈME GENRE. — Sucre.</b> 138	
§ IV. Réponse spéciale à M. Coste.	87	§ I. Réactif propre à déceler des quantités minimales de sucre, d'albumine et d'huile. 139	
<b>NEUVIÈME ESPÈCE. — Tissus vasculaires.</b>	93	§ II. Propriété fermentescible du sucre. 141	
<b>DIXIÈME ESPÈCE. — Tissus glandulaires.</b>	Ib.	§ III. Principes généraux sur les caractères distinctifs des diverses espèces de sucre. 142	
<b>ONZIÈME ESPÈCE. — Tissus parasites et adventifs.</b>	94	§ IV. Principes généraux applicables à la fabrication. 145	
§ I. Tissus parasites de l'épiderme.	95	§ V. Extraction du sucre de canne. 146	
§ II. Tissus parasites des muqueuses.	104	§ VI. Extraction du sucre d'érable. 147	
§ III. Tissus parasites des membranes séreuses.	108	§ VII. Extraction du sucre de betterave. Ib.	
§ IV. Théorie des effets morbides produits par la présence des insectes.	110	1° Structure et développement de la betterave. 148	
§ V. Applications à la thérapeutique.	112	2° Culture de la betterave. 151	

3 <sup>o</sup> Procédés d'extraction du sucre de betterave.	152
4 <sup>o</sup> Inductions théoriques soumises à la pratique des fabricants.	153
§ VIII. Extraction des sucres de raisin.	155
Sucre de raisin.	156
Sucre de miel.	157
Sucre de champignons.	159
Sucre artificiel.	159
Sucre de diabète.	161
§ IX. Sucres non fermentescibles	1b.
Sucre de manne.	1b.
Glycerine.	162
Sucre de lait.	1b.
Sucre de réglisse.	165
§ X. Caractères de polarisation circulaire des diverses espèces de sucre.	1b.
§ XI. Analyse élémentaire des diverses espèces de sucre.	164
§ XII. Usages du sucre.	166
TROISIÈME GENRE. — Séves.	167
PREMIÈRE ESPÈCE. — Sève cellulaire.	1b.
§ I. Mécanisme de la circulation dans un tube de chara.	168
§ II. Analyse microscopique du suc de chara.	171
§ III. Applications physiologiques.	174
§ IV. Améliorés académiques relatives au suc de chara.	1b.
§ V. Diverses espèces des séves cellulaires.	177
DEUXIÈME ESPÈCE. — Sève vasculaire.	178

## DEUXIÈME DIVISION.

SUBSTANCES ORGANISATRICES ANIMALES.	180
PREMIER GENRE. — Albumine soluble.	1b.
DEUXIÈME GENRE. — Lait.	1b.
§ I. Théorie des phénomènes physiques et chimiques que présente l'histoire du lait.	181
§ II. Qu'est-ce que la matière caséuse pure des chimistes ?	185
§ III. Qu'est-ce que l'oxyde caséux de Pronst ?	1b.
§ IV. Qu'est-ce que l'acide caséique du même auteur ?	1b.
§ V. Qu'est-ce que l'acide lactique	
§ VI. Applications	
Laiteries	
Beurre.	
Fromage	
Influence des	
Conservation.	

Allaitement.
Infection morbide du lait.
§ VII. Principes généraux sur l'analyse chimique du lait.
§ VIII. Examen critique des diverses analyses chimiques.
1 <sup>o</sup> Colostrum.
2 <sup>o</sup> Lait de femme.
3 <sup>o</sup> Lait de vache.
4 <sup>o</sup> Lait d'ânesse.
5 <sup>o</sup> Lait de jument.
6 <sup>o</sup> Lait de chèvre.
7 <sup>o</sup> Lait de brebis.
8 <sup>o</sup> Lait non sécrété par les mamelles.
9 <sup>o</sup> Lait végétal.

## TROISIÈME GENRE. — Sang.

§ I. Mécanisme de la circulation sanguine.
§ II. Globules du sang.
§ III. Coagulation du sang.
§ IV. Analogies du sang.
§ V. Matière colorante du sang.
§ VI. Usages du sang.
§ VII. Applications.
A la chimie médicale.
A la physiologie.
Au trou de Botal.
A l'introduction de l'air dans les veines.
Au rapprochement des surfaces amputées.
A la structure intime des vaisseaux.
A la torsion des artères.
§ VIII. Application à la médecine légale sur les taches de sang.
§ IX. Examen critique des travaux académiques qui ont suivi la publication de la nouvelle théorie sur les globules du sang.
§ X. Revue critique des analyses chimiques du sang qui ont suivi la publication du Nouveau Système.
Fibrine.
Matière colorante.
Matière grasse.
§ XI. Résumé. — Qu'est-ce que le sang d'après la nouvelle méthode ?
QUATRIÈME GENRE. — Lymphes.
QUATRIÈME GENRE. — Produits de la digestion.



Salive.	227
Chyme.	229
Chyle.	231
Suc intestinal.	233
Bile.	234
Fèces.	241
§ II. Propriétés nutritives.	242
§ III. Théorie de la digestion.	247
§ IV. Applications.	249
A la physiologie.	250
Absorption des substances médica-	
nales.	Ib.
Influence du régime alimentaire sur	
les habitudes morales de l'indi-	
vidu.	Ib.
Alimentation et substances alimen-	
taires.	252
Économie publique et alimentaire.	254
Assaisonnements et condiments.	257
Nutrition.	259
Médicaments.	Ib.
Anatomie comparée.	261
QUATRIÈME GENRE. — Liqueur spermatique.	Ib.
§ I. Animalcules spermatiques.	263
§ II. Aura seminalis.	264
§ III. Analogies.	Ib.
§ IV. Application à la médecine légale.	265
CINQUIÈME GENRE. — Synovie.	266
SIXIÈME GENRE. — Mucus animal.	267
SEPTIÈME GENRE. — Extractif animal.	Ib.

### TROISIÈME GROUPE.

SUBSTANCES ORGANISANTES. 270

#### PREMIÈRE DIVISION.

SUBSTANCES ÉGALEMENT RÉPANDUES DANS	
LE RÈGNE VÉGÉTAL ET DANS LE RÈGNE	
MINÉRAL.	Ib.
PREMIER GENRE. — Substances grasses.	Ib.
§ I. Composition élémentaire des corps	
gras.	271
§ II. Action des gaz sur les corps gras.	Ib.
§ III. Action des acides sur les corps	
gras.	272
§ IV. Action des bases sur les corps	
gras. — Savons.	273
§ V. Combinaisons des huiles grasses	
avec d'autres corps.	Ib.
Action de la chaleur sur les	
substances grasses.	Ib.
Effets de l'altération	

des huiles et des graisses. — Stéarine	
et oléine.	274
Glycérine.	277
Cétine.	Ib.
Cholestérine.	Ib.
Phocéaine.	Ib.
Butyrine.	278
Hircine.	Ib.
§ VIII. Produits acides de l'altération	
des corps gras par la saponifica-	
tion alcaline.	279
Acides stéarique, margarique et	
oléique.	Ib.
— phocénique.	280
— butyrique, caproïque et ca-	
prioïque.	Ib.
— hircique.	281
— margarique, ricinique et	
élaïodique, stéaro-ricini-	
que et oléo-ricinique.	Ib.
— cévadique et crotonique.	Ib.
§ IX. Produits acides de la saponifi-	
cation par les acides.	Ib.
Acide cholestérique.	Ib.
§ X. Produits acides de la distillation	
des corps gras.	282
§ XI. Cristallisation de ces acides et de	
leurs sels.	Ib.
§ XII. Composition élémentaire de	
ces mélanges acides.	283
§ XIII. Examen des formules atomis-	
tiques des corps gras.	Ib.
§ XIV. Diverses espèces d'huiles et de	
graisses.	284
§ XV. Applications industrielles.	285
Extraction des corps gras.	Ib.
Purification des huiles.	Ib.
Sophistication des huiles comes-	
tibles.	Ib.
Éclairage.	286
Peinture et impression.	Ib.
Savons.	287
Saponine.	288
Cryptogamie dans ses analogies avec	
la combustion des graisses.	289
DEUXIÈME GENRE. — Cire.	290
§ I. Cérine, myricine, céraïne.	Ib.
§ II. Diverses espèces de cire.	Ib.
§ III. Applications.	291
TROISIÈME GENRE. — Matière verte des	
végétaux.	292
§ I. Analogie de la matière colorante	
des végétaux.	Ib.

## DEUXIÈME DIVISION.

SUBSTANCES PLUS SPÉCIALES AUX VÉGÉTAUX.	297
PREMIER GENRE. — Huiles essentielles ou volatiles.	Ib.
§ I. Observations théoriques sur les diverses espèces d'huiles volatiles.	298
§ II. Extraction des huiles volatiles. Créosote.	302 Ib.
§ III. Examen des théories nouvellement émises sur certains principes prétendus immédiats des huiles volatiles.	305
DEUXIÈME GENRE. — Résines.	306
§ I. Résumé théorique de l'histoire des substances grasses fixes ou volatiles.	309
§ II. Applications.	310
Caoutchouc.	Ib.
Glu.	313
Vernis.	Ib.
TROISIÈME GENRE. — Gommés-résines.	Ib.

## QUATRIÈME GROUPE.

SUBSTANCES ORGANIQUES.	315
------------------------	-----

## PREMIÈRE SECTION.

PRODUITS DE L'ORGANISATION.	Ib.
PREMIER GENRE. — Acides non azotés.	Ib.
§ I. Composition élémentaire des principaux acides.	316
§ II. Réaction des divers acides les mieux caractérisés.	318
Acide carbonique.	319
— oxalique.	Ib.
— croconique.	320
— acétique.	Ib.
— formique.	323
— lactique.	Ib.
— malique.	324
— tartrique, etc.	325
— citrique.	326
— méconique, para et métaméconique.	327
— quinique et pyroquinique.	328
— tannique.	Ib.
— gallique, ellagique, pyrogallique, etc.	329
— benzoïque, succinique et camphorique.	331

## DEUXIÈME GENRE. — Acides azotés

Acide hydrocyanique.
— cyanique.
Cyanogène.
Acide urique.
— cyanurique.
— cyanilique.
— paracyanurique.
— purpurique.
— rosacique.
— hippurique.
— allantoïque.
— asparmique.
— indigotique.
— pierique ou carbasotique.
— cholestérique.
— ambréique.

## TROISIÈME GENRE. — Matières colorantes

§ I. Espèces les plus ordinaires.
Garance.
Orcanette.
Carthame.
Bois de santal rouge.
Bois de Brésil.
Bois de Campêche.
Orseille.
Carmin.
Indigo.
Tournefort.
Quercitron.
Bois jaune.
Gaude ou vouède.
<del>Carmin.</del>
Matière verte végétale.
— animale.
Lac-lake.
Matière noire.
§ II. Fixation des couleurs sur sus.

## QUATRIÈME GENRE. — Matières colorantes.

## DEUXIÈME SECTION.

## PRODUITS DE LA DÉSORGANISATION.

§ I. Sécrétions et excréments.
Produits gazeux.
Sueur et exhalation cutanée.
Larmes.
Urine.
Musc.

Civette.	350
Castoréum.	Ib.
Venin des serpents.	Ib.
Encre de seiche.	Ib.
Miel et cire.	Ib.
Soie.	Ib.

## II. Désorganisation saccharo - glutinique ou fermentation alcoolique.

Théorie de l'alcool.	Ib.
— éther sulfurique.	353
— alcool acide.	355
— éthers acides.	Ib.
— esprit de bois.	356

### Applications pratiques en général.

Vinification.	358
Bière.	361
Cidre et poiré.	Ib.
Extraction de l'alcool.	362
— l'acide acétique.	363

## III. Décomposition ammoniacale ou fermentation putride.

Eau potable.	364
Égouts.	366
Nettoyage.	Ib.
Conservation des cadavres et des pièces d'anatomie.	Ib.
Embaumements.	368
Exhumations.	Ib.

## IV. Combustion violente ou décomposition ignée.

Fumée.	370
Vinaigre de bois.	Ib.
Goudron.	Ib.
Poix.	Ib.
Charbon de bois.	Ib.
Charbon ou noir animal.	Ib.
Éclairage au gaz.	371
Succin.	Ib.
Bitume et asphalte.	Ib.
Huile de naphte et de pétrole.	Ib.
Goudron minéral.	Ib.
Caoutchouc fossile.	Ib.
Encre indélébile.	372

### DEUXIÈME CLASSE.

#### INORGANIKES DES TISSUS.

##### PREMIÈRE DIVISION.

INCRUSTÉES.	373
. Silice.	Ib.
I. Phosphate de chaux.	375
II. Oxalate de chaux.	376

§ IV. Influence des tissus organiques sur la cristallisation.	377
§ V. Autres incrustations cristallines.	378
§ VI. Calculs urinaires.	Ib.
§ VII. Fossilisation.	Ib.

##### PREMIÈRE DIVISION.

#### BASES COMBINÉES AVEC LES ÉLÉMENTS DES TISSUS.

##### TROISIÈME DIVISION.

#### COMBINAISONS DISSOUTES DANS LES LIQUIDES DES TISSUS.

##### § I-XI. Sels fixes.

##### § X.II Sels ammoniacaux à acide organique.

##### Alcaloïdes végétaux.

##### 1° Procédés d'extraction.

##### 2° Théorie déduite du procédé.

##### 3° — de l'analyse élémentaire.

##### 4° — des réactions.

##### 5° — des propriétés.

##### 6° — de la cristallisation.

##### 7° Description spécifique des alcaloïdes.

##### *Narcotine.*

##### *Morphine.*

##### *Narcéine.*

##### *Codéine.*

##### *Méconine.*

##### *Cinchonine et quinine.*

##### *Strychnine.*

##### *Brucine.*

##### *Vératrine.*

##### *Émétine.*

##### *Aricine.*

##### *Delphine.*

##### *Sabadilline, etc.*

##### 8° Propriétés médicales des alcaloïdes.

##### 9° Applications à la médecine légale.

##### Alcaloïdes d'origine animale.—Urée.

##### Asparagine.

##### Oxamide.

##### Benzamide.

##### Salicine ou pseudalcaloïde.

##### Picrotoxine.

##### Colombine.

##### Olivile.

**400 TABLE DES MATIÈRES DU DEUXIÈME VOLUME PAR ORDRE DE CHAPITRES.**

**QUATRIÈME DIVISION.**

<b>SELS OBTENUS PAR INCINÉRATION.</b>	<b>400</b>
<b>COROLLAIRE RELATIF A L'ETUDE MICROSCOPIQUE DES SELS.</b>	<b>402</b>

**TROISIÈME PARTIE.**

<b>THÉORIE ORGANIQUE, OU CHIMIE RATIONNELLE ET CONJECTURALE DES CORPS ORGANISÉS.</b>	<b>404</b>
--	------------

**QUATRIÈME PARTIE.**

<b>ANALOGIE OU CHIMIE GÉNÉRALE.</b>	<b>421</b>
§ I. Réfutation de la théorie atomistique.	422
§ II. Effets physiques de la distribution de la chaleur autour des atomes.	427
§ III. Théorie pondérale et nouvelle des combinaisons chimiques.	431
§ IV. Dissolution et solution.	435
§ V. Vaporisation et gazéification.	436
§ VI. Cristallisation.	437
§ VII. Identité de la lumière et de la chaleur en elles-mêmes, leurs différences ne provenant que des organes destinés à ces deux perceptions.	440
§ VIII. Fusion et fusibilité des corps.	445

§ IX. Élasticité, compressibilité.	
§ X. Combustion et fermentation.	
§ XI. Capacité et conductibilité des corps pour le calorique.	
§ XII. Galvanisme.	
§ XIII. Électricité.	
§ XIV. Magnétisme, aimantation.	
§ XV. Météorologie.	
§ XVI. Éclairs et tonnerre.	
§ XVII. Pluie, neige et grêle.	
§ XVIII. Rosée.	
§ XIX. Gravitation et pondérabilité.	
§ XX. Chaleur végétale et animale.	
§ XXI. Organisation, inorganisation.	
§ XXII. Astronomie.	
§ XXIII. Vide.	

**résumé.**

**UNITÉ UNIVERSELLE.**

**NOTES ADDITIONNELLES.**

I. Chaleur dégagée par la mouture.	
II. Dilatation morbide de la pupille.	
III. Agglutination des surfaces animales.	45
IV. Maladies de la peau.	46
V. Petite vérole et virus du vaccin.	45
VI. Ascaride vermiculaire.	46
VII. Effets du camphre contre les insectes ravageurs.	439
Table par ordre alphabétique des matières contenues dans les deux volumes et l'atlas.	461

**FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES CONTENUES DANS CET OUVRAGE.**











